

Fascículos para la Capacitación en Tecnología de Producción de Frijol

Fascículo 5 **Manejo agronómico del cultivo del frijol** **(*Phaseolus vulgaris* L.)**



Germán Raúl Henríquez
Emmanuel Prophete
Carlos Orellana

Henríquez, Germán R. ; Prophete, Emmanuel ; Orellana, Carlos. Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) / asesoría científica, Marceliano López G. ; coordinación general, Vicente Zapata S., Marceliano López G. ; producción, Lucy García S. ; diagramación, Flora Stella C. de Lozada. -- Cali, Colombia : Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1995. 98 p. Es. -- (Fascículo 5 de la Serie "Capacitación en Tecnología de Producción de Frijol").

Publicado en cooperación con el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe, PROFRIJOL y el Proyecto Formación de Capacitadores, CIAT.

ISBN: 958-9439-82-4
958-9439-04-7
958-9439-05-5

SECCION DE MATERIALES DE CAPACITACION DEL CIAT

La sección de materiales de capacitación del CIAT es la unidad encargada de la preparación de todos aquellos medios impresos y audiovisuales que están dirigidos en forma especializada al apoyo de la capacitación tanto a nivel institucional como a nivel de aquella que se hace en los países de su mandato.

Un equipo de cinco profesionales de las ciencias agronómicas dirigidos por un educador, conforman la nómina de la sección. Estos han desarrollado una metodología eficaz para la formación de capacitadores y esquemas eficientes para el diseño y producción de materiales por el sistema de escritorio (Desk-top-publishing) que incorporan las metodologías de presentación de información y de dirección de la capacitación para adultos. Su expertismo se refiere al acompañamiento de científicos y técnicos para la traducción de los contenidos tecnológicos al lenguaje de la capacitación.

La sección ha producido durante los últimos tres años cerca de cincuenta títulos como el que se presenta en este fascículo para la capacitación de personal científico y técnico en tecnologías de producción de yuca, frijol, arroz y pasturas así como para la capacitación de extensionistas en la gestión de la asistencia técnica agropecuaria. Diez de ellos han sido traducidos al portugués y al francés para su empleo en otros países de América Latina y de África.

El CIAT tiene en la sección de materiales de capacitación un mecanismo de colaboración entre centros para la expansión del conocimiento científico a través de la producción de materiales que puedan ser empleados por todos aquellos que tienen a su cargo la generación y la transferencia de tecnologías agropecuarias.

Fascículo 5

Manejo Agronómico del Cultivo del Frijol

(Phaseolus vulgaris L.)

Autores:

Germán Raúl Henríquez, Ing. Agr.
Emmanuel Prophete, Ing. Agr. M.Sc.
Carlos Orellana, Ing. Agr.

CIAT

Centro Internacional
de Agricultura Tropical

Asesoría científica:

Marceliano López G., M.Sc.

PROFRIJOL

Programa Cooperativo Regional
de Frijol para Centroamérica, México
y el Caribe

Coordinación general:

Vicente Zapata S., Ed. D.
Marceliano López G., M.Sc.

Producción:

Lucy Garía S., Ing. Agr.

1995

Diagramación:

Juan Carlos Londoño, Biol.
Flora Stella C. de Lozada, Sec.

Fascículo 5
Manejo Agronómico del Cultivo del Frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Autores:

Germán R. Henríquez, Ing. Agr.
Emmanuel Prophete, Ing. Agr. M. Sc.
Carlos Orellana, Ing. Agr.

Asesoría científica:

Marceliano López G., M. Sc.

Coordinación general:

Vicente Zapata S., Ed. D.
Marceliano López G., M. Sc.

Henríquez, Germán R. ; Prophete, Emmanuel ; Orellana, Carlos. Manejo
agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) / asesoría científica,
Marceliano López G. ; coordinación general, Vicente Zapata S., Marceliano
López G. ; producción, Lucy García S. ; diagramación, Juan Carlos Londoño,
Flora Stella C. de Lozada. -- Cali, Colombia : Centro Internacional de
Agricultura Tropical, 1995. 98 p. Es. -- (Fascículo 5 de la Serie "Capacitación en
Tecnología de Producción de Frijol").

Publicado en cooperación con el Programa Cooperativo Regional de Frijol para
Centroamérica, México y el Caribe, PROFRIJOL y el Proyecto Formación de
Capacitadores, CIAT.

ISBN: 958-9439-82-4

958-9439-04-7

958-9439-05-5

Contenido

	Página
Presentación del Fascículo	2
Agradecimientos	2
Flujograma para el Estudio de este Fascículo	3
Introducción	4
Secuencia 1. Morfología y etapas de desarrollo de la planta de frijol	7
Flujograma	8
Características generales de la morfología de la planta de frijol	8
Características generales del desarrollo de la planta de frijol	13
Resumen de la Secuencia	17
Secuencia 2. Siembra, fertilización y riego	19
Flujograma	20
Siembra	20
Fertilización	28
Riego	35
Resumen de la Secuencia	37
Secuencia 3. Protección del cultivo	39
Flujograma	40
Manejo de las plagas	40
Control y manejo de las enfermedades	44
Manejo de las malezas	45
Resumen de la Secuencia	48
Secuencia 4. Taller sobre principios básicos para el manejo del cultivo de frijol	51
Flujograma	52
Guía para el manejo del cultivo de frijol	52
Resumen de la Secuencia	53
Anexos	
Anexo 1. Definiciones básicas de patrones y sistemas de cultivo	55
Anexo 2. Factores de conversión de miliequivalentes por 100 g de suelo (me/100 g) a kilogramos por hectárea (kg/ha) para varias densidades aparentes	56
Anexo 3. Contenido de nutrientes en varios abonos comunes en Colombia	57
Anexo 4. Reacción de las variedades predominantes en Panamá y Nicaragua a diferentes organismos patógenos.	58
Anexo 5. Características de las zonas climáticas en América Central	59
Anexo 6. Control y manejo de enfermedades	61
Anexo 7. Bibliografía	64
Anexo 8. Copia de las transparencias del instructor	73

Presentación del Fasículo

La serie de siete fascículos sobre Tecnología de Producción de Frijol es parte del conjunto de materiales publicados por el CIAT en colaboración con la red de investigación en frijol (PROFRIJOL), apoyada por la Cooperación Suiza para el Desarrollo.

Los Fascículos han sido diseñados con dos propósitos: (a) servir de apoyo al aprendizaje de todos aquellos que acudan a cursos, talleres y seminarios sobre Tecnologías de Producción de Frijol, y (b) constituirse en material de difusión de conceptos y métodos para ser aplicados por aquellos que laboren en transferencia de tecnología agropecuaria en América Latina y el Caribe.

Los Fascículos son para los participantes en la capacitación lo que las Unidades de Aprendizaje son para los instructores. Esto quiere decir que las dos publicaciones se complementan, cada una cumpliendo las funciones para las cuales fue diseñada: las Unidades con todo el material de apoyo - ejercicios, transparencias, y anexos - para facilitar la labor del instructor; los Fascículos, más breves, con el compendio del material de lectura que requiere el participante para apropiarse del contenido de tecnología de producción de frijol.

Estos Fascículos deberán estar disponibles para ser distribuidos entre los participantes en los eventos de capacitación de manera que puedan seguir a los instructores en sus presentaciones, y estudiar los conceptos y procedimientos presentados durante la capacitación. Además, deberán servir como material de referencia en el ejercicio de la asistencia técnica a los productores.

Agradecimientos

Los autores de la presente serie de Fascículos sobre tecnologías de producción de frijol, con especial aplicación a los países de la Red de PROFRIJOL, expresan sus sinceros agradecimientos al doctor Silvio Hugo Orozco quien acompañó el proceso de formación de capacitadores que dió lugar a la producción de los módulos y fascículos de capacitación. A Freddy Saladin y al Comité Ejecutivo de PROFRIJOL, el cual aprobó la elaboración de los fascículos y cartillas que complementan el set de capacitación en frijol para América Latina y el Caribe. También deseamos agradecer al personal científico del Programa de Frijol del CIAT por la revisión que hizo de los materiales, así como a los profesionales de la Sección de Materiales de Capacitación por su excelente labor en la organización de la información de las Unidades en forma de Fascículos.

Nuestro agradecimiento especial a la Ing. Lucy García S. y a la Sra. Flora Stella C. de Lozada, por su paciencia y dedicación altamente profesionales en este esfuerzo de traducción de las Unidades al formato de Fascículos. Muchos extensionistas podrán ahora utilizar los conocimientos que antes estaban en las Unidades únicamente, en su diaria labor con los agricultores de tan vasta zona de producción de este alimento básico en la dieta de los pobladores centroamericanos y el Caribe.

Los Autores

Flujograma para el Estudio de este Fascículo

Objetivo terminal

Identificar las relaciones entre las prácticas de manejo y su aplicación en los sistemas de producción del frijol, con el propósito de mejorar el rendimiento del cultivo sin degradar los recursos naturales

Secuencia 1

Morfología y etapas de desarrollo de la planta de frijol

Objetivos

- ✓ Identificar los órganos que caracterizan la morfología de la planta de frijol común.
- ✓ Identificar las etapas del desarrollo de la planta de frijol

Secuencia 2

Siembra, fertilización y riego

Objetivo

- ✓ Establecer la mezcla adecuada de las fuentes de nutrimentos para lograr el nivel de fertilización requerido, según la recomendación dada y los fertilizantes disponibles en el mercado

Secuencia 3

Protección del cultivo

Objetivos

- ✓ Formular recomendaciones para el manejo seguro de los plaguicidas.
- ✓ Realizar la preparación y aplicación en el campo de cebos tóxicos para babosas
- ✓ Calibrar una bomba de espalda
- ✓ Señalar las principales plagas, malezas y enfermedades del frijol

Secuencia 4

Taller sobre principios básicos para el manejo del cultivo de frijol

Objetivo

- ✓ Elaborar una guía de manejo para el cultivo de frijol

Introducción

El frijol común *Phaseolus vulgaris* es la leguminosa comestible más importante en Centroamérica, México y el Caribe, pues forma parte de la dieta alimenticia de la población urbana y rural de esta región. Es una de las fuentes de proteína más barata (contiene más del 22%) y el promedio de consumo per cápita anual en esta área es de 12 kg (26.40 lb) (Cuadro 1), observándose que esta cantidad está por debajo del requerimiento mínimo recomendado por el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), que es de 18.7 kg (41.4 lb). Lo anterior evidencia la necesidad que existe de incrementar la disponibilidad del frijol para suplir los requerimientos proteínicos de la población.

La superficie sembrada oscila entre 3.160 ha en Panamá hasta 1.850.000 en México, con un promedio de rendimiento de 587,35 kg/ha, cantidad que puede considerarse baja, teniendo en cuenta que existen sistemas de producción que, según informes de diferentes países, permiten rendimientos superiores a los 1.500 kg/ha utilizando variedades mejoradas y un manejo agronómico adecuado.

En los últimos años el total de frijol importado por estos países asciende a 110.000 t, cantidad significativa si consideramos que en nuestros países existe el potencial para cubrir esa demanda; bastaría aumentar la producción en un 7% para evitar la fuga de divisas de los países que importan el grano, lo

que implica tener que aumentar el rendimiento a 632,72 kg/ha, manteniendo las mismas áreas de siembra.

Para lograr este incremento, aquí proponemos un manejo eficaz del cultivo del frijol. Para esto el extensionista, además de su conocimiento del cultivo y de las relaciones entre los componentes del sistema, necesita conocer las circunstancias naturales que rodean a los agricultores, como los suelos y el clima, al igual que las condiciones socioeconómicas que condicionan la aplicación de las prácticas que se les recomiendan, y las condiciones del mercado en cuanto a insumos y productos.

El manejo agronómico también requiere considerar el cultivo del frijol como un sistema agroecológico donde sus componentes están en permanente interacción, de tal manera que la modificación de un componente influye en todo el sistema. Para decidir la modificación de un componente, control de un insecto, por ejemplo, se debe considerar su relación con otros componentes, como malezas, pájaros, humedad e insectos. De estas relaciones entre componentes se hizo para identificar factores experimentales por Tripp y Woolley (1989)¹ su metodología para planificar la investigación en campos de agricultores. Las relaciones entre componentes expuestas por dichos autores son útiles como criterios para probar y seleccionar tecnología, especialmente cuando los investigadores conocen los problemas de los agricultores.

¹ TRIPP, R. y WOOLLEY. 1989. La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores: Identificación de factores para la experimentación. México, D.F., y Cali, Colombia: CIMMYT y CIAT.

Cuadro 1. Superficie, producción, rendimiento, consumo, importación y exportación del frijol en Centroamérica, México y Haití

Países	México	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Haití	Total
Descripción									
Superficie miles de ha	1.850.00	173.09	63.92	65.14	105.00	63.66	3.16	89.00	2.412,97
Producción miles de t	1.075.00	91.15	57.27	37.50	66.17	34.25	2.93	53.00	1.417,27
Rendimiento kg/ha	581.00	526.60	895.96	575.68	630.10	538.00	927.20	595.50	587.35
Consumo per cápita kg/año	19.50	12.30	11.30	10.00	12.50	8.60	2.90	19.00	12.01
Importación miles de t	82.00	18.50	2.17	-	-	1.50	3.25	2.00	109.48
Exportación miles de t					36.00	8.00			44.00

Fuente: Capacitación para transferencia de tecnología en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en América Central, México y el Caribe: propuesta de capacitación. [Claudio Gamboa H., Carlos Manuel Araya F. y Rodolfo Araya V. [et al]; asesores: Vicente Zapata S., Marceliano López G. y Carlos A. Flor. -- [s.l.; s.e., 1992]. 25 p.

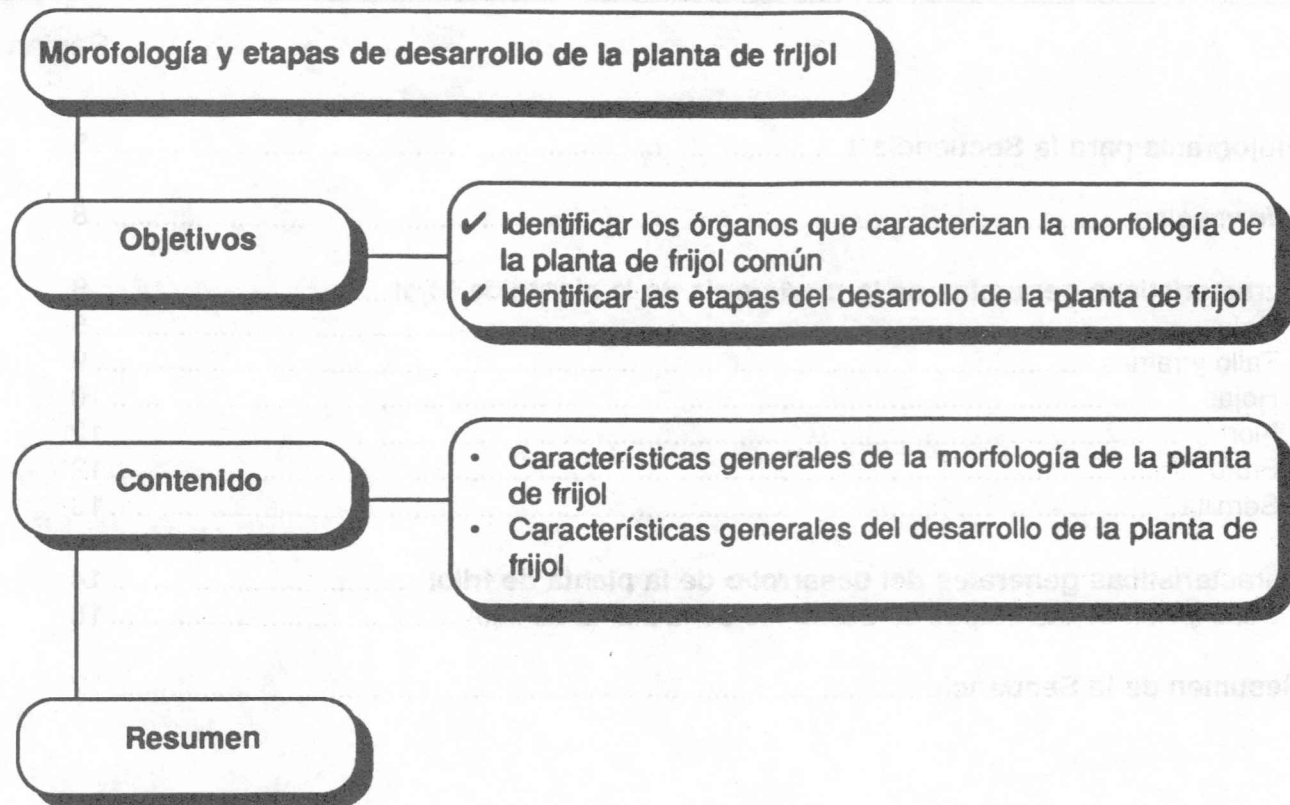
Secuencia 1. Morfología y etapas de desarrollo de la planta de frijol

Página

Flujograma para la Secuencia 1	8
Información	8
Características generales de la morfología de la planta de frijol	8
• Raíz	8
• Tallo y ramas	9
• Hojas	10
• Flor	12
• Fruto	12
• Semilla	13
Características generales del desarrollo de la planta de frijol	14
• Descripción de las etapas de desarrollo de la planta de frijol	15
Resumen de la Secuencia	17



Flujograma para la Secuencia 1



Información

Características generales de la morfología de la planta de frijol

El estudio de la morfología del frijol incluye: raíz, tallo y ramas, hojas, flor, fruto y semilla.

Raíz

En general, el sistema radical es poco profundo, ya que la mayoría de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radical tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad (Figura 1). El tipo de raíz pivotante auténtica se presenta en un bajo porcentaje.

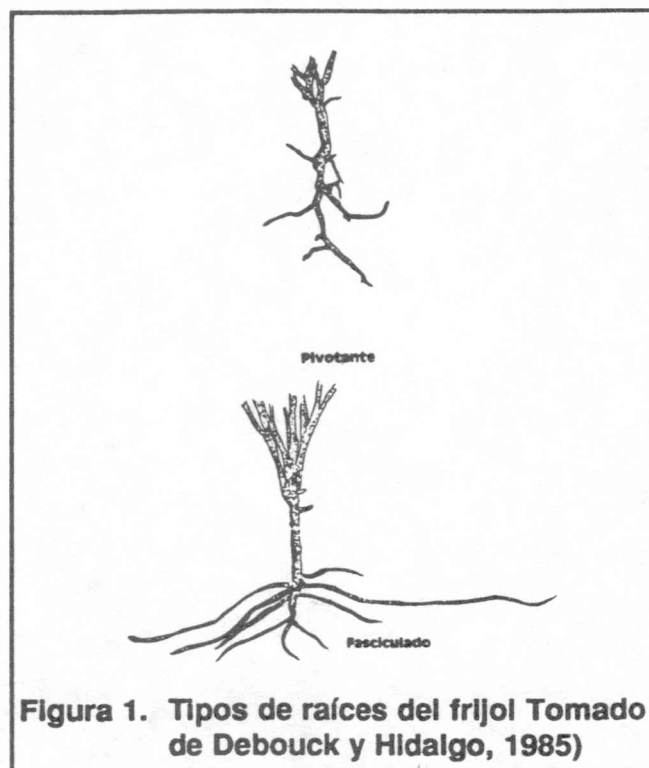
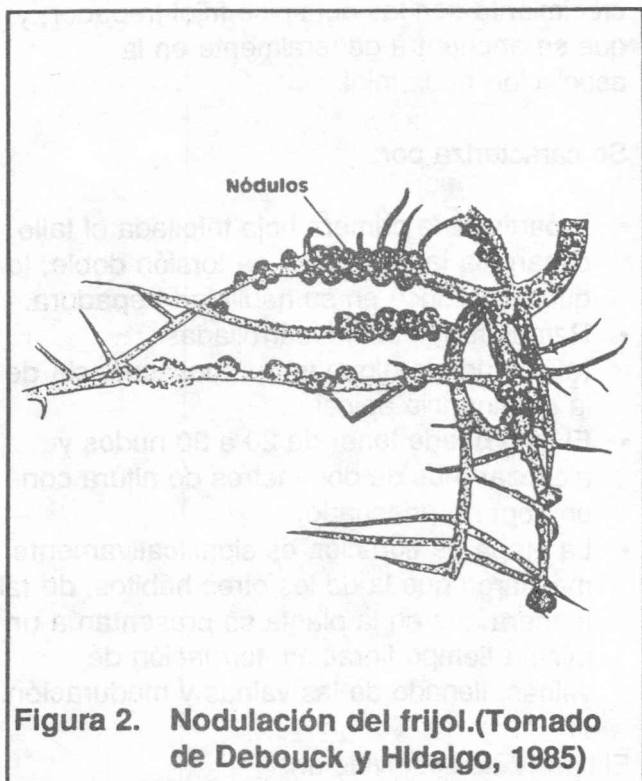


Figura 1. Tipos de raíces del frijol Tomado de Debouck y Hidalgo, 1985)

La planta presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical (Figura 2).



Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico, el que contribuirá a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta.

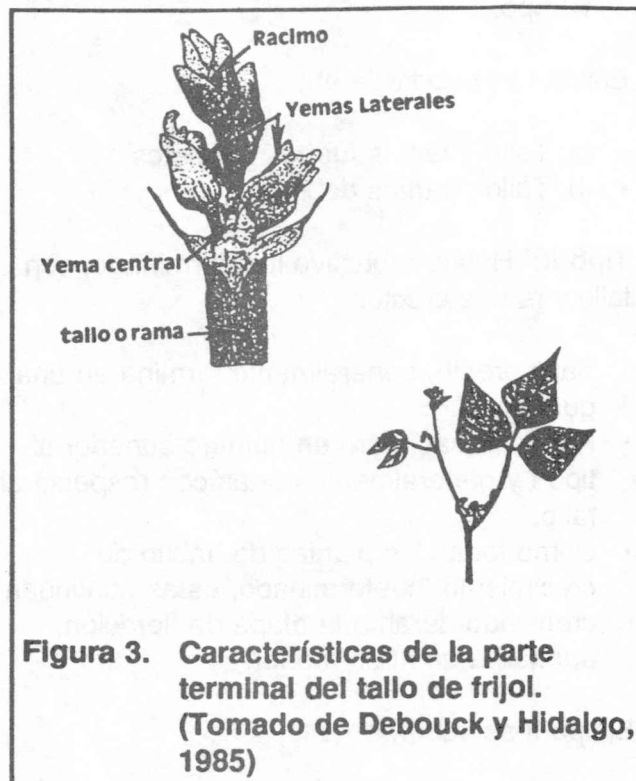
Tallo y ramas

El tallo principal puede ser identificado como el eje central de la planta y está formado por una sucesión de nudos y entrenudos.

Dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad, el desarrollo de la parte terminal del tallo puede ser:

Determinado, si el tallo termina en una inflorescencia (racimo). Al aparecer la inflorescencia el tallo normalmente cesa su crecimiento.

Indeterminado, cuando el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite eventualmente continuar creciendo durante la fase reproductora (Figura 3).



Para clasificar plantas según su hábito de crecimiento, la primera evaluación debe hacerse durante la etapa de desarrollo R6. Debe hacerse una segunda evaluación durante la etapa R9.

Teniendo en cuenta las características de los hábitos de crecimiento, el CIAT (1987) clasifica las plantas de frijol en cuatro tipos y cada tipo lo subdivide en dos, como sigue:

Tipo I: Hábito determinado

- El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, por ello, al entrar la planta en la fase reproductora, cesa totalmente su crecimiento, o sea que no produce más nudos ni entrenudos.

- La ramificación no es muy desarrollada, lo que permite altas densidades de siembra.
- La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

El tipo I se subdivide en:

- Ia: Tallo y ramas fuertes y erectos
- Ib: Tallo y ramas débiles

Tipo II: Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas erectos

- Tallo erecto, generalmente termina en una guía corta.
- Pocas ramas, pero en número superior al tipo I y generalmente cortas con respecto al tallo.
- Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

El tipo II se subdivide en:

- IIa: Sin guías
- IIb: Con guías y habilidad para trepar

Tipo III: Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas débiles y rastreros

- El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura del tipo III. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa. Otras son arbustivas hasta la prefloración y luego son postradas. Dentro de estas variaciones se puede presentar aptitud trepadora, especialmente si las plantas cuentan con algún soporte, en cuyo caso suelen llamarse semitrepadoras.

El tipo III se subdivide en:

- IIIa: Guías cortas sin habilidad para trepar
- IIIb: Guías largas con capacidad para trepar

Tipo IV: Hábito de crecimiento voluble, con tallo y ramas débiles, largos y torcidos

Las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico frijol trepador, y que se encuentra generalmente en la asociación maíz-frijol.

Se caracteriza por:

- A partir de la primera hoja trifoliada el tallo desarrolla la capacidad de torsión doble, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- Ramas muy poco desarrolladas (exceptuando algunas), a consecuencia de la dominancia apical.
- El tallo puede tener de 20 a 30 nudos y alcanzar más de dos metros de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan a un mismo tiempo floración, formación de vainas, llenado de las vainas y maduración.

El tipo IV se subdivide en:

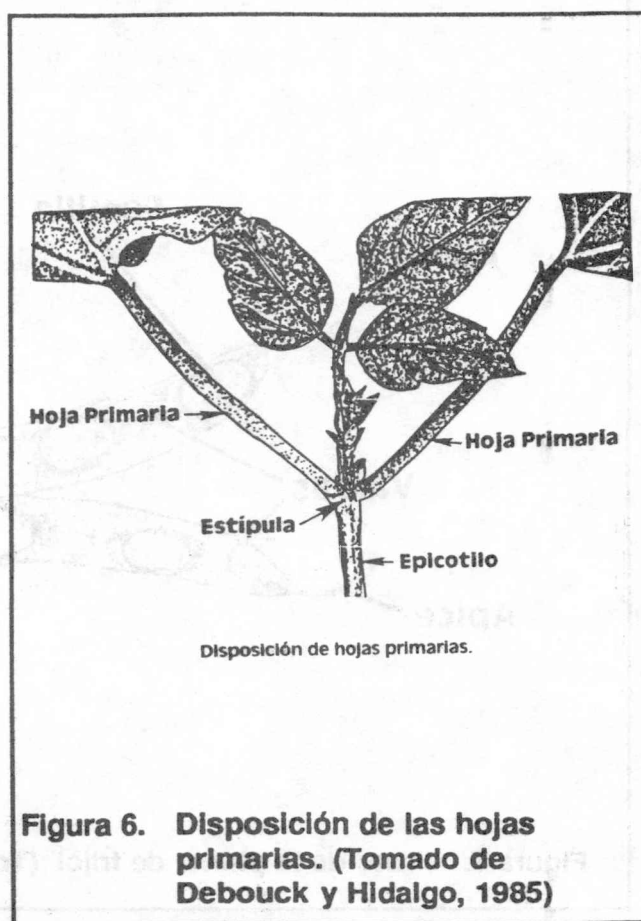
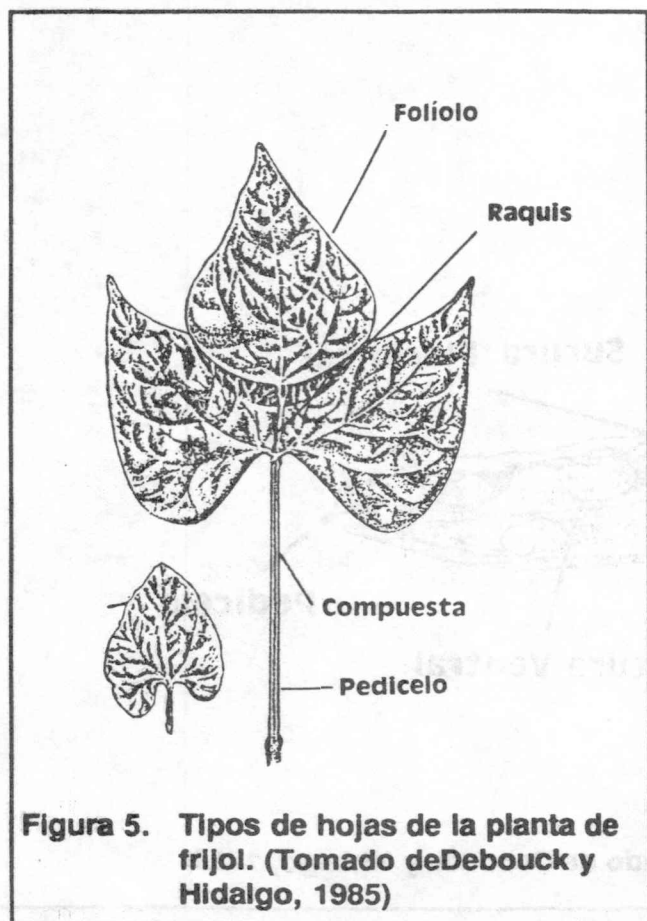
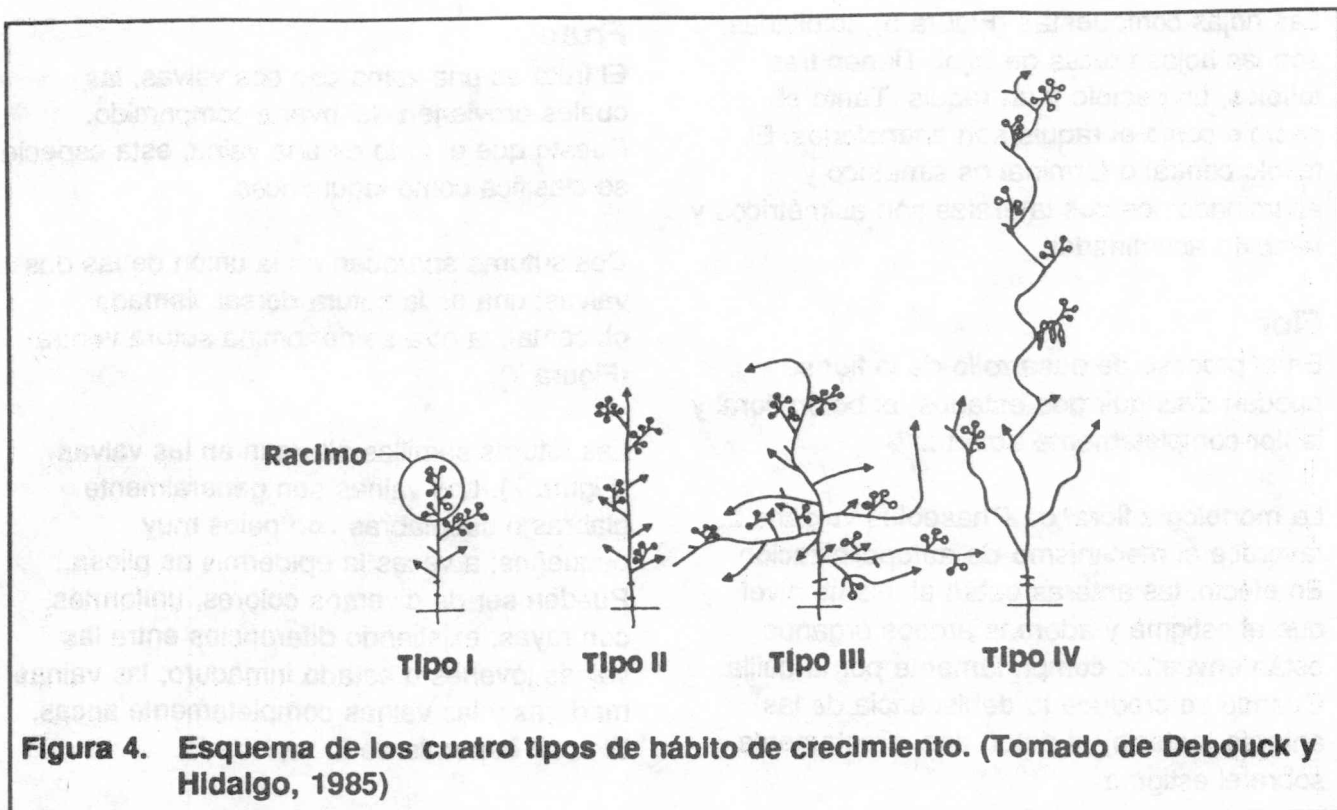
- IVa: Vainas distribuidas por toda la planta
- IVb: Vainas concentradas en la parte superior de la planta

Un esquema de los cuatro tipos de hábito de crecimiento se puede observar en la Figura 4.

Hojas

Las hojas de frijol son de dos tipos: simples y compuestas (Figura 5); están insertadas en los nudos del tallo y de las ramas.

En la planta de frijol sólo hay dos hojas simples: las primarias; éstas aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Las hojas simples son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas; éstas caen antes de que la planta esté completamente desarrollada (Figura 6).



Las hojas compuestas (Figura 5), trifoliadas, son las hojas típicas de frijol. Tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. Tanto el pecíolo como el raquis son acanalados. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados.

Flor

En el proceso de desarrollo de la flor se pueden distinguir dos estados; el botón floral y la flor completamente abierta.

La morfología floral de *Phaseolus vulgaris* L. favorece el mecanismo de autopolinización. En efecto, las anteras están al mismo nivel que el estigma y además ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce la dehiscencia de las anteras (antesis) el polen cae directamente sobre el estigma.

Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa.

Dos suturas aparecen en la unión de las dos valvas; una es la sutura dorsal, llamada placentar; la otra se denomina sutura ventral (Figura 7).

Las futuras semillas alternan en las valvas (Figura 7). Las vainas son generalmente glabras o subglabras con pelos muy pequeños; a veces la epidermis es pilosa. Pueden ser de diversos colores, uniformes, con rayas, existiendo diferencias entre las vainas jóvenes o estado inmaduro, las vainas maduras y las vainas completamente secas. El color depende de la variedad.

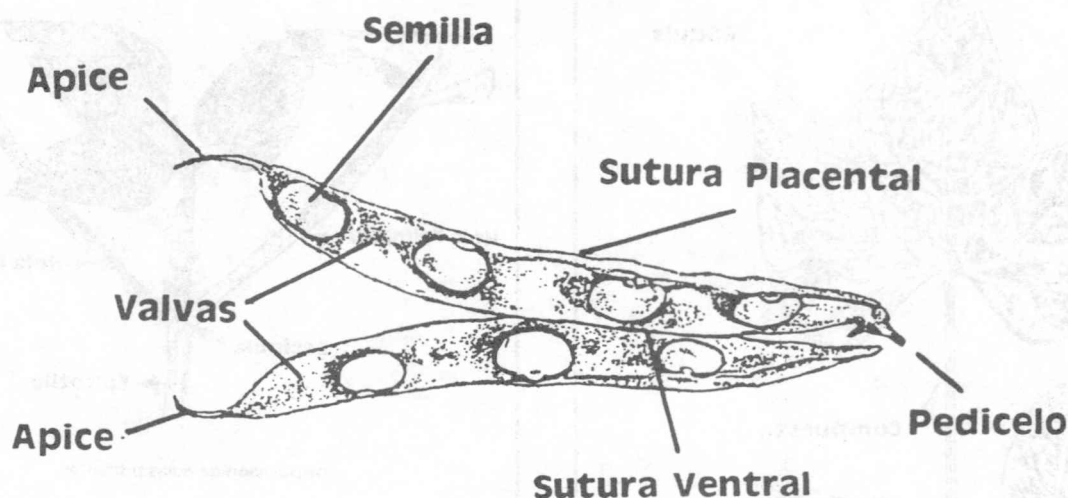


Figura 7. Fruto de la planta de frijol (Tomado de Debouck y Hidalgo, 1985)

Semilla

Las reservas nutritivas de la semilla se concentran en los cotiledones, los cuales pueden ser de varias formas: cilíndrica, de riñón, esférica u otras y su tamaño (pequeño, mediano y grande) se expresa como el peso en gramos de 100 semillas escogidas al azar.

Pequeño: menos de 25 g

Mediano: 25 g a 40 g

Grande: más de 40 g

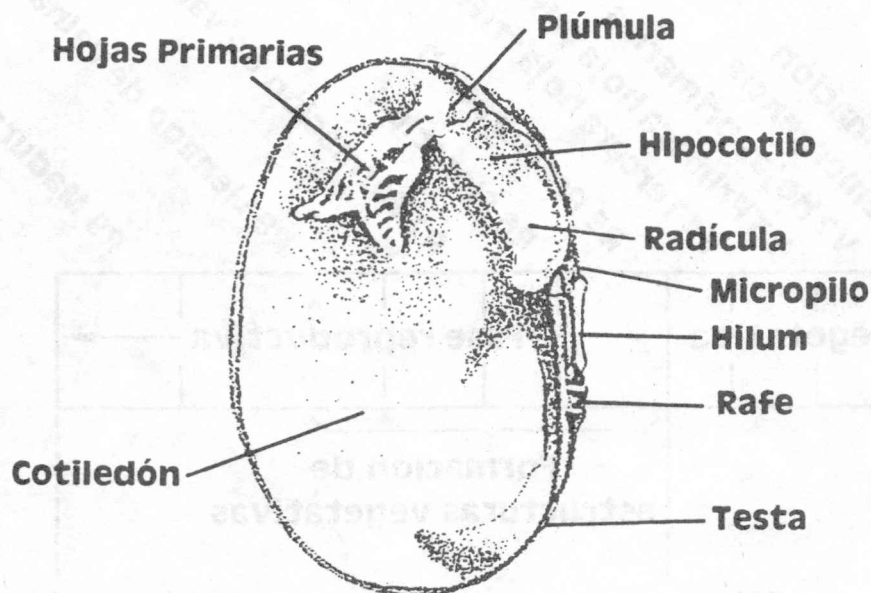
Lustre de la semilla

El lustre de la semilla se toma en semillas recién cosechadas; se consideran tres clases de lustre: opaco, intermedio y brillante.

Las partes externas más importantes de la semilla son:

- La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundina del óvulo.
- El hilum o cicatriz dejado (por el funículo), que conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum. A través de esta abertura se realiza principalmente la absorción del agua.
- La rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo campilótropo está cerca del hilum y del lado opuesto al micrópilo.

Internamente la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los dos cotiledones y la radícula (Figura 8).



Composición interna de la semilla.

Figura 8. Composición Interna y partes externas de la semilla de frijol. (Tomado de Debouck y Hidalgo, 1985)

Características generales del desarrollo de la planta de frijol

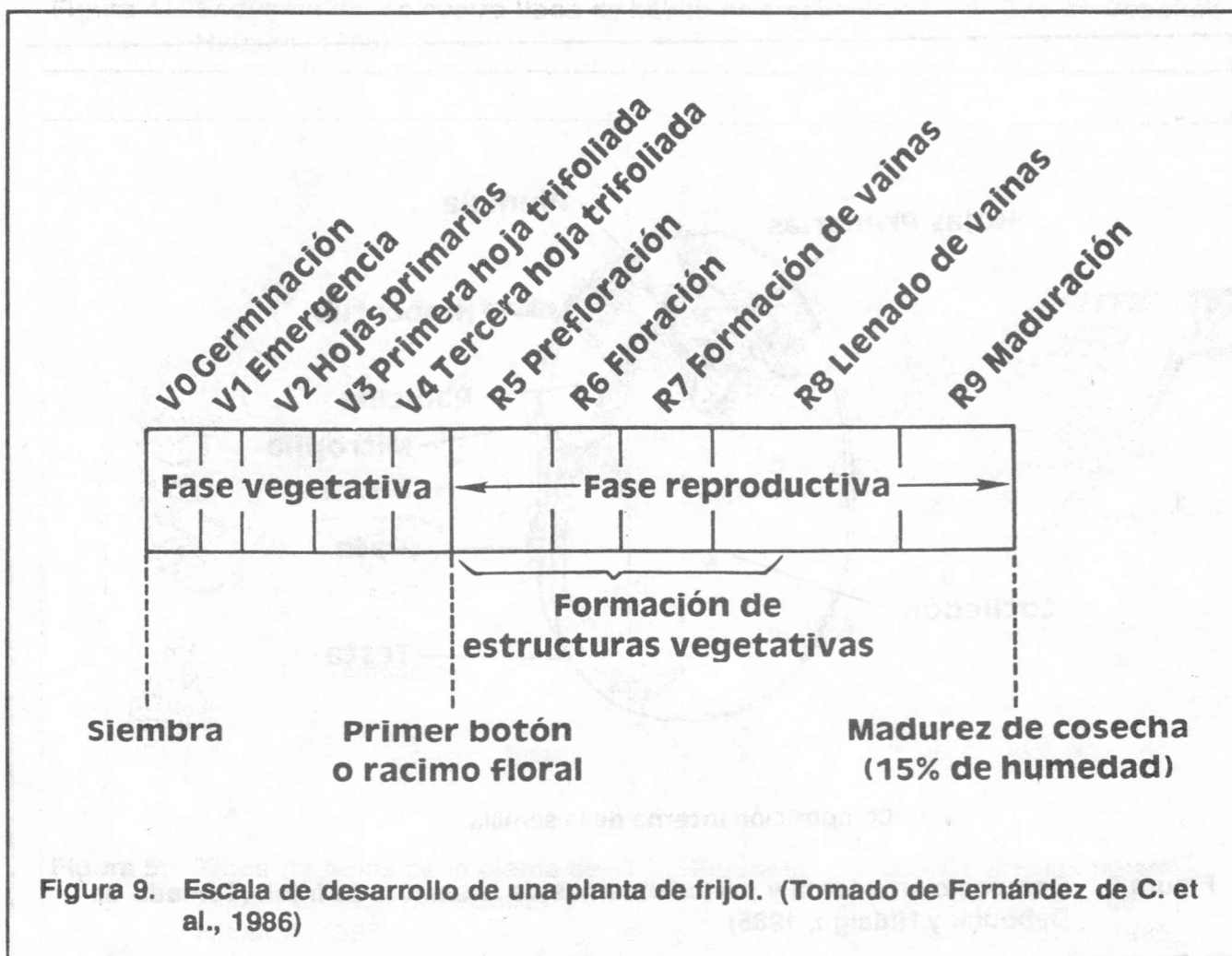
El desarrollo de la planta de frijol comprende de manera general dos fases sucesivas: la vegetativa y la reproductora.

La fase vegetativa se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción.

La fase reproductora se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y

termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductora, durante ella las variedades de hábito de crecimiento indeterminado (Tipos II, III y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetativas.

A lo largo de las fases vegetativa y reproductora se han identificado 10 etapas de desarrollo bien definidas, las cuales conforman la escala. Como se observa en la Figura 9, cada una de estas etapas se designa con un código formado por una letra y un número; por ejemplo la letra V, o R, es la inicial de la fase (vegetativa, o reproductora) a la cual pertenece la etapa, mientras que el número (0 a 9) indica la posición de la etapa en la escala.



La duración de las distintas etapas está afectada, entre otros, por los siguientes factores:

- El tipo de hábito de crecimiento (Tipo I, II, III y IV)
- El clima (temperatura, fotoperíodo, etc.)
- El suelo (fertilidad, condiciones físicas, etc.)
- El genotipo (aún dentro del mismo tipo de hábito de crecimiento)

En la Figura 10 se puede observar la variación en cuatro variedades de diferente hábito de crecimiento, bajo las condiciones del CIAT Palmira (3° 30' N 76° 21' Oeste; 965 msnm; 24°C promedio de la temperatura anual).

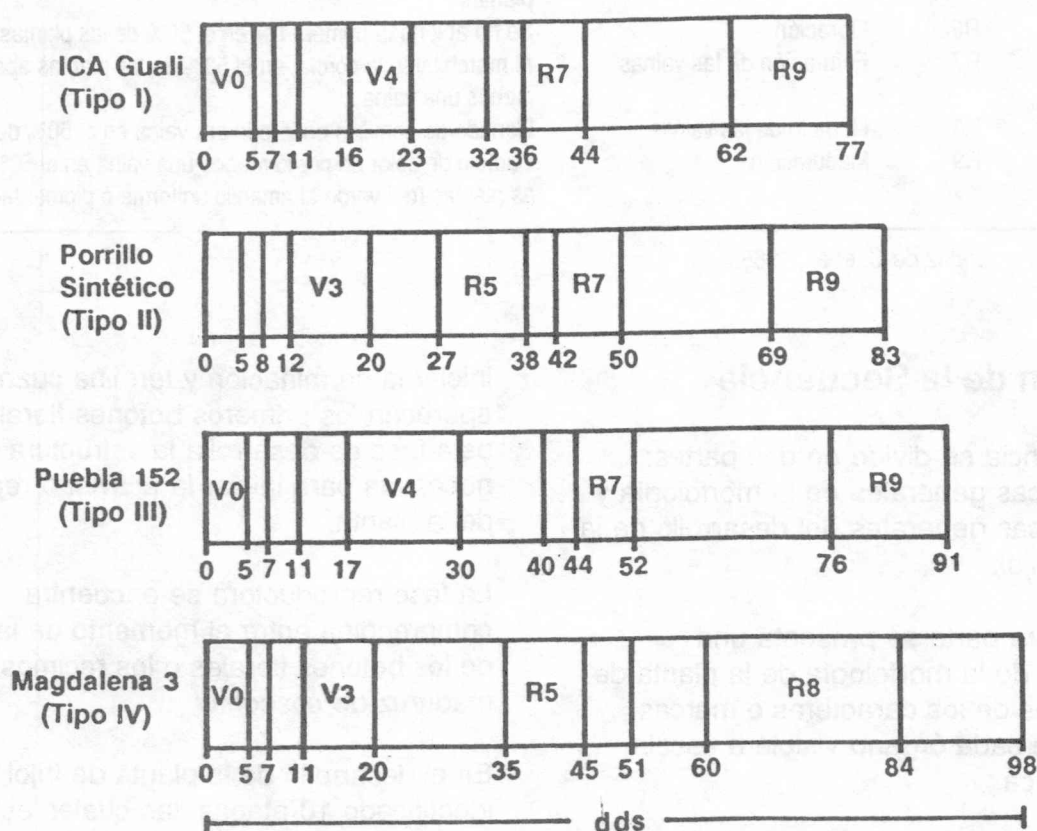


Figura 10. Duración (dds) de las etapas de desarrollo del frijol (V0 a R9) en cuatro variedades representativas de los cuatro tipos de hábito de crecimiento, bajo las condiciones del CIAT-Palmira. (Tomado de Fernández de C. et al., 1986)

Descripción de las etapas de desarrollo de la planta de frijol

Cada una de las 10 etapas de la escala corresponde a un estado específico de desarrollo fisiológico y está determinada por

un evento inicial y otro final que, a su vez, determina el comienzo de la siguiente etapa. La descripción de las etapas para un cultivo y una planta se presenta resumida en el Cuadro 1 y la Figura 11.

Cuadro 1. Etapas de desarrollo de un cultivo de frijol común

Fases	Etapas Código	Nombre	Evento con que se inicia cada etapa en el cultivo
Vegetativa	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación
	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas
	V3	Primera hoja trifoliada	La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada
	V4	Tercera hoja trifoliada	La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está
Reproductiva	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas
	R6	Floración	Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas
	R7	Formación de las vainas	Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina
	R8	Llenado de las vainas	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado)

Tomado de: Fernández de C. et al., 1986.

Resumen de la Secuencia

Esta secuencia se divide en dos partes: características generales de la morfología y características generales del desarrollo de la planta de frijol.

En la primera parte se presenta una descripción de la morfología de la planta de frijol a través de los caracteres o marcas externas de cada órgano visible a escala macroscópica.

Existe un orden para describir las partes de la planta: raíz, tallo, ramas y complejos axilares, hojas, inflorescencia, flor, fruto y semilla.

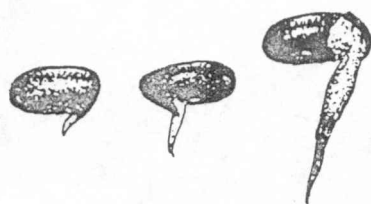
En la segunda parte se describen las dos fases continuas del ciclo biológico de la planta de frijol: la fase vegetativa y fase reproductora.

La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para

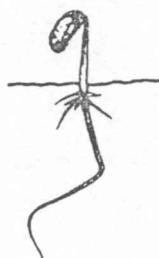
iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductora de la planta.

La fase reproductora se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha.

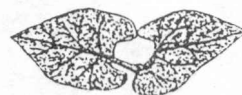
En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. El conjunto de estas diez etapas forma la escala de desarrollo de la planta de frijol. La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase, a la cual pertenece la etapa particular: V para la fase vegetativa y R para la fase reproductora. El número del 0 al 9 indica la posición de la etapa en la escala.



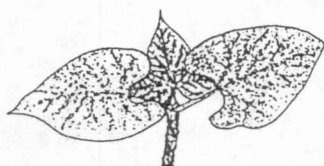
Etapa V0; germinación



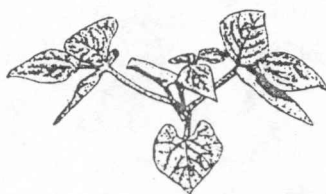
Cotiledones de la planta al nivel del suelo; iniciación de la Etapa V1.



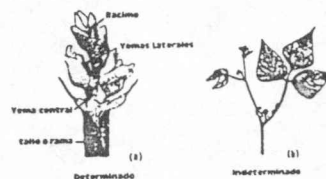
Iniciación de la Etapa V2; las hojas primarias están desplegadas.



Iniciación de la Etapa V3; la primera hoja trifoliada está desplegada.



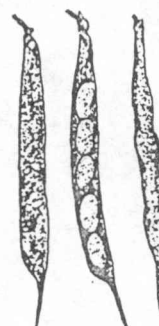
Iniciación de la etapa V4; la tercera hoja trifoliada está desplegada. -



Iniciación de la Etapa R6; apertura de la primera flor.



Iniciación de la Etapa R7. La corola de la flor cuelga de la vaina o recién se ha desprendido.



Etapa R8: ocurre el proceso de llenado de la vaina



Iniciación de la Etapa R9; cambio de color de las vainas



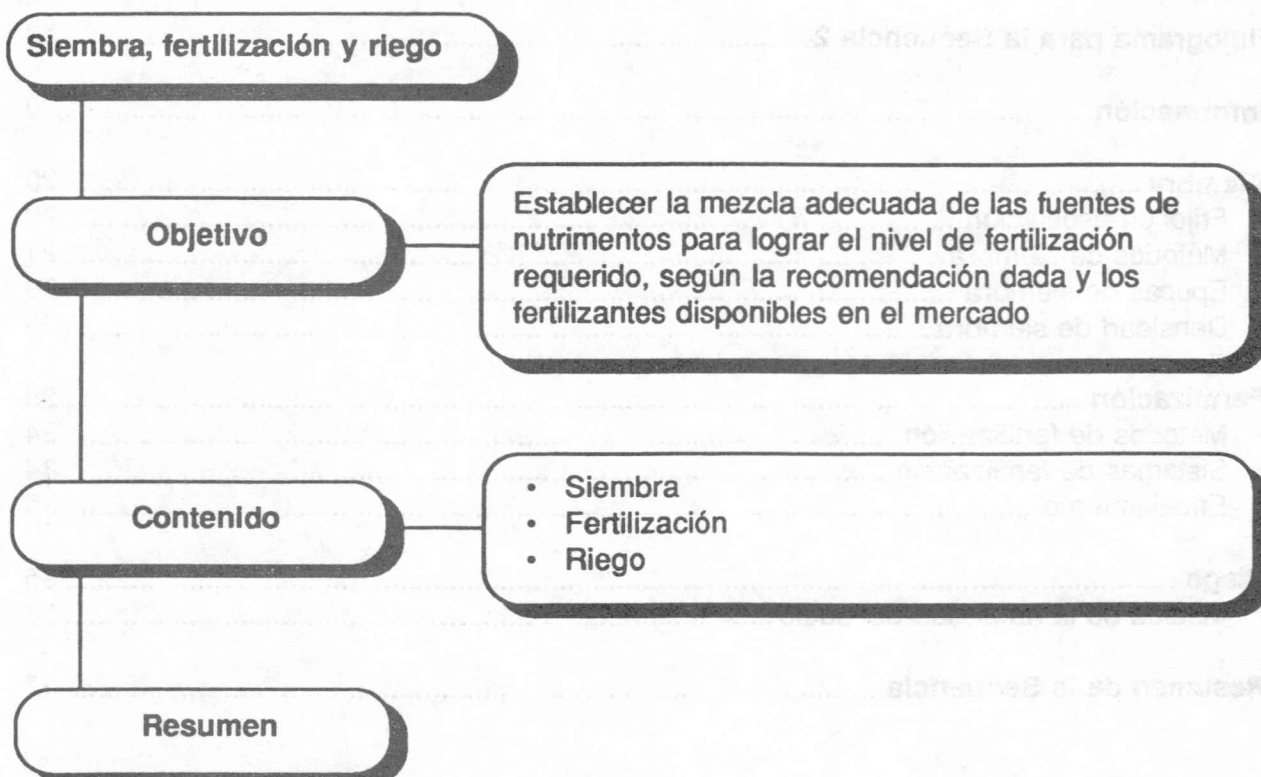
Aspecto de una planta madura lista para la cosecha

Figura 11. Etapas de desarrollo de la planta de frijol (Adaptado de Fernández *et al.*, 1986)

Secuencia 2. Siembra, fertilización y riego

	Página
Flujograma para la Secuencia 2	20
Información	20
Siembra	20
• Frijol en asociación	20
• Métodos de siembra.....	21
• Epocas de siembra	23
• Densidad de siembra	25
Fertilización	28
• Métodos de fertilización	34
• Sistemas de fertilización	34
• Encalamiento	35
Riego	35
• Medida de la humedad del suelo	37
Resumen de la Secuencia	37

Flujograma para la Secuencia 2



Información

En la primera sección de esta secuencia se trata el tema de la asociación de frijol con otros cultivos, especialmente en lo que se refiere a la interacción entre el genotipo y el sistema de cultivo. En las secciones siguientes se estudia la siembra, la fertilización y el riego del frijol en los diferentes sistemas de cultivo. Para tener una idea general sobre los sistemas de cultivo se debe leer el Anexo 1.

Siembra

Frijol en asociación

Los agricultores han conocido desde hace mucho tiempo y ahora lo aceptan investigadores y técnicos en producción que dos o más cultivos sembrados en el mismo terreno usan más eficientemente el área que cuando se siembran solos.

Las plantas de cultivos distintos pueden compartir mejor los escasos recursos como nutrientes, agua o luz, más aún si tienen diferentes requerimientos nutricionales, lo cual permite una mejor utilización de la variabilidad natural del suelo. Además, la modificación del microclima puede aislar los cultivos de los peligros naturales y la incidencia de enfermedades, malezas e insectos plaga puede disminuir (Alan, 1983).

La asociación entre especies de duración similar ofrece ventajas derivadas de la utilización del espacio, y la asociación de cultivos con duraciones diferentes puede permitir una ganancia en el rendimiento total del sistema, mediante el aprovechamiento de las dimensiones espacio y tiempo.

Para el agricultor que deriva su alimento de pequeñas superficies, los cultivos asociados son muy importantes, porque, además de lo

anteriormente dicho, le aseguran el abastecimiento continuo y disminuyen sustancialmente el riesgo de pérdida total de su cosecha.

Teniendo en mente estos criterios, se han desarrollado numerosas investigaciones sobre frijol en asociación, para mejorar los sistemas utilizados por los agricultores en cuanto a: tipo de planta, época de siembra con respecto a el (o los) otro(s) cultivo(s), distribución espacial, fertilización, control de plagas y enfermedades, control de malezas, etc. El cultivo que más comúnmente se encuentra asociado con frijol es el maíz, pero también se utilizan el sorgo, plátano, yuca, haba, papa, trigo, café, batata y calabaza (Davis y García, 1983; Davis, 1985; CIAT, 1986; Francis, et al., 1978; Francis, et al. 1982; Alan, 1983; Zamora et al., 1988; García y Davis., 1985; Arias et al., 1985; Solis, 1980; Campos, 1980; Godínez, 1978; Cifuentes, 1984; del Valle et al., 1979; Zúñiga y Mantilla, 1981; Amador, 1980; Jiménez, 1977; Altieri, 1983; Morales y Doll, 1975; Pantoja, et al. 1975; Chuela 1984).

En el caso de las asociaciones maíz y frijol, existen combinaciones de genotipos de maíz y de frijol que son mejores, y los genotipos involucrados en las mejores combinaciones no son necesariamente los de mayor producción en monocultivo (Davis, 1985).

Según Davis (1985) los mejores genotipos de frijol y de maíz en asociación son:

En el caso del maíz: altura intermedia, hojas relativamente angostas y resistencia al volcamiento.

En el caso del frijol: frijol trepador y frijol arbustivo. Cada tipo tiene sus ventajas en condiciones ecológicas diferentes. Por ejemplo, en lugares altos y fríos predomina la asociación frijol voluble-maíz.

A continuación se presentan algunos ejemplos de sistemas de asociación de frijol con maíz,

existentes en Centroamérica (García y Davis, 1985).

Cultivos mixtos de frijol trepador-maíz

Este sistema se encuentra principalmente en países como México y Guatemala. Su producción se concentra en los valles y altiplanos de tierras altas.

Cultivos en surcos de frijol arbustivo-maíz

Hay mayor tendencia a la producción con este sistema en las altitudes intermedias, principalmente en México, Guatemala, Honduras, El Salvador y República Dominicana.

Relevo maíz-frijol arbustivo o de semiguía

Este sistema se utiliza ampliamente en Centroamérica, México y el Caribe. Un ejemplo es el de la siembra de maíz primero (Mayo - Junio) seguido de frijol (en Agosto - Septiembre). Es un sistema generalizado en América Central donde se siembra el frijol tipo arbustivo, rastrero o de semiguía (Tipos II y III), cuando el maíz está en la etapa de madurez fisiológica cerca de la cosecha. Es frecuente que, antes o inmediatamente después de la siembra del frijol, se doble el maíz.

Relevo maíz-frijol voluble

Este es uno de los sistemas usados en áreas por encima de los 2000 msnm. Se utiliza un frijol voluble que se enreda en los tallos de maíz en choclo. Se siembra a golpe, en cuadros y a densidades de tres y dos plantas de maíz y frijol por golpe. En las partes altas de Guatemala, México y Honduras se siembra el frijol cuando el maíz ha florecido.

Métodos de siembra

Los métodos de siembra varían tanto como los de preparación del suelo y los de cultivo. Los agricultores utilizan el método que se adapte a sus condiciones, dependiendo de:

- Las características del terreno, especialmente la pendiente y la superficie para sembrar.
- El sistema de cultivo, en especial si se trata de un monocultivo o si es una asociación en éste último caso también depende del otro cultivo asociado y del sistema empleado.
- La variedad, en especial de su hábito de crecimiento.
- La aplicación o no de riego.
- La disponibilidad de mano de obra y maquinaria.

Los métodos de siembra de frijol más comunes en Centroamérica, México y el Caribe son: Frijol tapado, con esquepe, con sembradora de mano y con sembradora mecánica.

Frijol tapado

Este método se usa en Costa Rica y en algunas localidades de Guatemala. Consiste en sembrar la semilla de frijol al voleo entre la vegetación existente, la cual luego será cortada con machete. Las plantas cortadas formarán una cobertura a través de la cual sale el frijol cuando germina (Tapia y Camacho, 1988).

El método de siembra de frijol tapado tiene las siguientes características (von Platen y Rodríguez, 1982).

- Puede ser usado en terrenos que, por su excesiva pendiente, normalmente no permiten la siembra de cultivos limpios.
- No deja al descubierto la tierra, reduciendo la erosión.
- Requiere menos mano de obra que otros métodos de siembra.
- Permite sembrar mayor superficie en menor tiempo.
- Permite sembrar y producir semilla sana en suelos infectados con el hongo que causa la mustia, o con la bacteria que produce el tizón común.

Desventajas del método de siembra de frijol tapado (Tapia y Camacho, 1988; Monge et al., 1987):

- Aunque los costos son mínimos el sistema rinde poco (alrededor de 500 kg/ha).
- Hay que sembrar alrededor de 100 kg/ha de semilla, debido a pérdidas de semillas y plántulas.
- Hay que dejar en descanso la tierra hasta por tres años, para que crezcan las malezas y los arbustos.
- Muchas variedades mejoradas no se adaptan bien al sistema de frijol tapado.
- Es difícil la aplicación de agroquímicos.

Debido a la adaptación del método a las condiciones marginales de algunas zonas se han ensayado algunas técnicas para mejorar el rendimiento. Von Platen y Rodríguez (1982) ensayaron varias técnicas que aumentan el rendimiento en un 21% en promedio.

Siembra con esquepe

Este método se observa en toda la región (América Central, México y el Caribe) y consiste en hacer un hueco en el suelo con un esquepe o chuzo. El sembrador determina la distancia de siembra; en cada hueco coloca de 1 a 3 semillas de frijol. Dependiendo de la variedad de frijol, la densidad de siembra y el historial de malezas, se hará necesario un control de malezas manual o químico. Si se siembra con esquepe en un suelo donde haya cobertura, el problema de malezas será mínimo y se disminuye la erosión.

Siembra con maquinaria

Este método es frecuente en México pero también se observa en Guatemala, Cuba, Panamá y algunas localidades de República Dominicana y El Salvador. Este método es apto para los terrenos planos y a superficies mayores y se puede utilizar en terrenos preparados en forma convencional o en aquellos con labranza cero. En los terrenos con labranza cero, muy comunes en Panamá,

se utiliza una sembradora especial que tiene una cuchilla que abre un espacio estrecho en el suelo no labrado sobre el rastrojo; se abre el surco y se coloca la semilla y la última rueda comprime el suelo sobre la semilla (Tapia y Camacho, 1988).

Si la siembra se realiza con bueyes, en suelos con labranza cero, se usa un arado de punta angosta que hace una raya fina sobre el suelo, con el propósito de no voltear el suelo (Tapia y Camacho, 1988).

En terrenos preparados en forma convencional, la siembra se hace sobre camellones o sin ellos. Para lograr un buen desarrollo del cultivo, es condición esencial que las plantas se encuentren distribuidas uniformemente en el campo, lo que se obtiene principalmente por medio de:

- Buena preparación del suelo.
- Uso de semilla de buena calidad.
- Siembra a la profundidad adecuada.
- Selección de la combinación adecuada de engranajes y del "plato" en la sembradora.
- Control del perfecto funcionamiento de todos los mecanismos de las sembradoras.
- Adecuada humedad en el suelo al momento de la siembra.
- Ausencia de daños por insectos durante la etapa de germinación.

Epocas de siembra

La época de siembra depende de las condiciones climáticas locales. En la mayoría de los casos, la época de siembra la determina la presencia de lluvia. Las investigaciones para determinar las épocas óptimas de siembra son pocas (Iglesias et al., 1984; Lozano et al., 1983; Salinas, 1976;). Tapia y Camacho (1988) citan a Icaza (1971) quien determinó las fechas apropiadas de siembra en las diferentes áreas de cultivo en Nicaragua. Lepíz (1982) señala que en México, "en el ciclo primavera - verano, se siembra la mayor superficie y se obtiene también la mayor producción de frijol pero los rendimientos son bajos (387 kg/ha), debido a

varios factores: a) sequías ocasionadas por la escasa e irregular precipitación en la mayoría de la superficie sembrada; b) heladas tempranas, principalmente en el norte del país; y c) sistemas de producción tradicionales. En el ciclo de otoño - invierno, se obtienen los mejores rendimientos (933 kg/ha)".

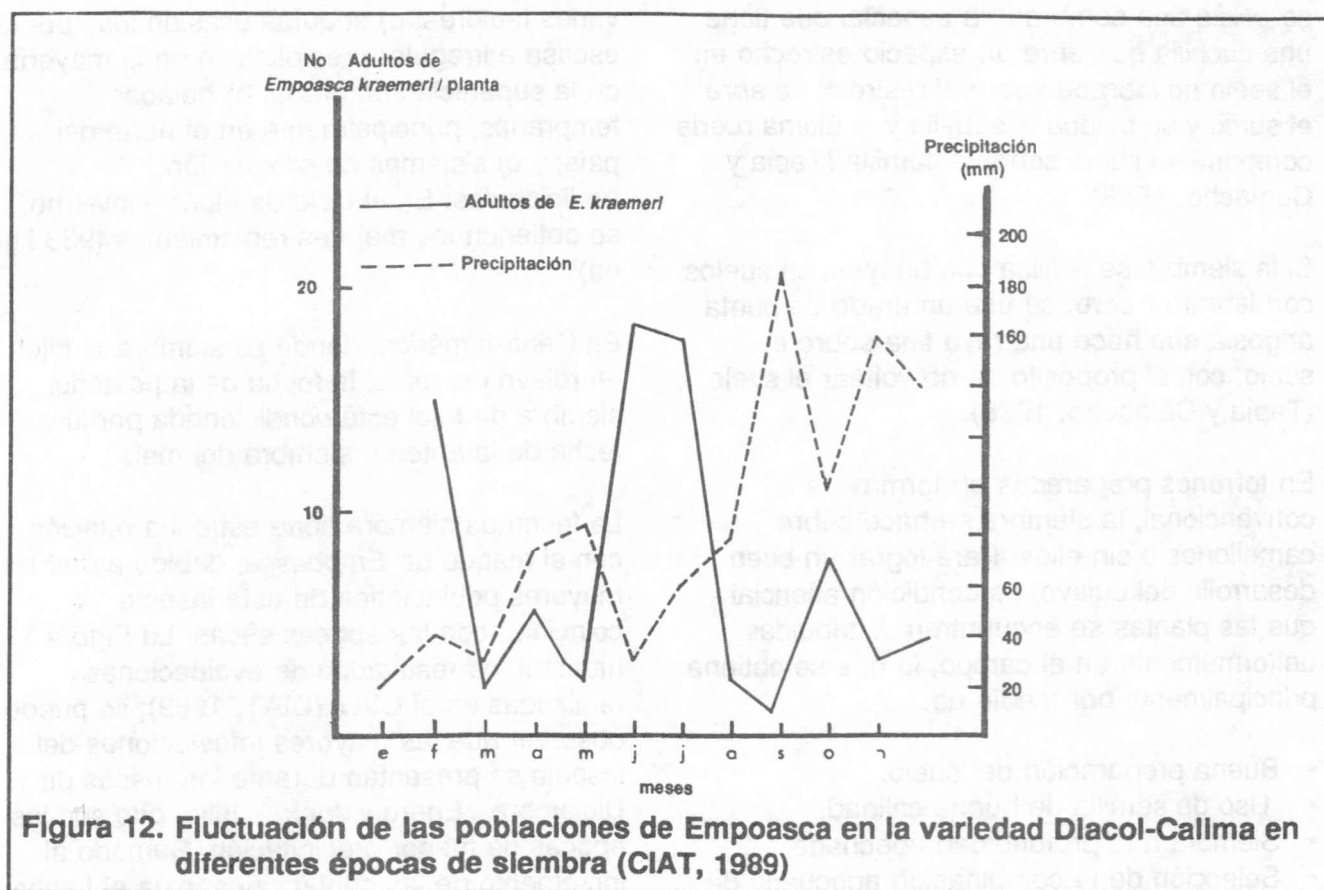
En Centroamérica, donde se siembra el frijol en relevo del maíz, la fecha de la posterior siembra de frijol está condicionada por la fecha de la anterior siembra del maíz.

La fecha de siembra tiene estrecha relación con el ataque de *Empoasca*, debido a que las mayores poblaciones de este insecto coinciden con las épocas secas. La Figura 12, muestra los resultados de evaluaciones realizadas en el CIAT (CIAT, 1989); se puede observar que las mayores infestaciones del insecto se presentan durante los meses de Diciembre - Enero y Junio - Julio, que son las épocas de menor precipitación. Sumado al incremento de las poblaciones, está el hecho de que durante las épocas de sequía disminuye la capacidad de las plantas para tolerar el ataque y recuperarse de él.

Este comportamiento también se confirmó en un ensayo realizado en El Salvador (Cuadro 2). Se sembraron tres variedades de frijol en cuatro fechas diferentes, iniciando en diciembre 6 de 1965 hasta enero 21 de 1966. El resultado mostró que en la medida en que se retrasó la época de siembra hacia períodos más secos y cálidos los rendimientos disminuyeron marcadamente, en parte por efecto de la sequía pero también debido al ataque de *empoasca*.

En conclusión, para disminuir la incidencia de *Empoasca* en los cultivos es recomendable establecer épocas de siembra que coincidan con los períodos lluviosos de cada región.

La época de siembra tiene especial importancia cuando el frijol se siembra asociado o en relevo.



Cuadro 2. Rendimiento de tres variedades de frijol en cuatro épocas de siembra en El Salvador^(*)

Variedades	Rendimiento kg/ha			
	Dic. 6/65	Dic. 1/65	Enero 6/66	Enero 21/66
382-R	636	533	30	0
Tineco 270	788	515	129	30
27 - R	1,000	1,182	485	121

(*) Tomado de: Miranda, citado por el CIAT (1989).

La siembra de frijol en relevo (con maíz) consiste en sembrar primero el maíz, y cuando éste ha terminado su período de llenado de grano, se siembra el frijol al pie del maíz para usar la caña como tutor (CIAT, 1986). En algunos países de la región se dobla el maíz antes de sembrar el frijol o inmediatamente después.

Cuando se siembra frijol arbustivo en relevo, inmediatamente después de la siembra de frijol se realiza una defoliación y corte de las cañas de maíz, justamente por encima de la mazorca, para mejorar las condiciones de luz para el frijol y permitirle un mejor aireamiento. Los restos del maíz permanecen en la superficie del suelo, lo que constituye

básicamente un proceso de recirculación de nutrientes, un mecanismo de control de malezas, una forma de conservar la humedad y, además, se evita la erosión.

Densidad de siembra

La densidad de siembra, o densidad de población, se refiere al número de plantas por unidad de superficie y su distribución espacial.

La densidad de población alta es un factor importante para lograr altos rendimientos, debido a que permite un buen aprovechamiento de los recursos.

La densidad de población depende de: la variedad, el sistema de siembra, la calidad de la semilla, el ataque de plagas del suelo, los daños causados por patógenos del suelo, la humedad del suelo y las condiciones climáticas después de la siembra.

En monocultivo, las distancias de siembra varían desde 0.60 m hasta 0.30 m entre hileras y desde 0.25 m hasta 0.20 m entre plantas que originan poblaciones desde 200.000 plantas/ha hasta 800.000 plantas/ha.

La población adecuada varía de región a región dependiendo de las condiciones anotadas, especialmente de la variedad. En experimentos realizados en el CIAT (CIAT, 1976) para determinar densidades de siembra para frijol arbustivo, se observaron niveles de rendimiento estables para densidades superiores a 200.000 plantas/ha (Cuadro 3). Esos niveles fueron independientes del tipo de hábito de crecimiento, sistema de siembra, espaciamiento entre surco y variedad de frijol.

Sin embargo, Morales (1983) y Morales y Miranda (1983) encontraron en Nicaragua que para las variedades Revolución 81, Revolución-82, Rojo Nacional y Orgulloso las densidades óptimas fueron de 131. 250 plantas/ha.

Vanegas (1986) en Carazo, Nicaragua, investigó los efectos de la densidad (cantidad de semilla), espacio entre hileras y la fertilización en el rendimiento de frijol Var. Resolución 79, y la reducción causada a éste por la población de malezas. El rendimiento de frijol se redujo entre 15 y 45% por la competencia de las malezas; la aplicación de

Cuadro 3. Efecto de la población de plantas en el rendimiento de 9 variedades promisorias de frijol en el CIAT (CIAT, 1976)

Variedades	Rendimiento (t/ha)			
	Plantas/ha			Promedio
	200.000	300.000	400.000	
ICA-Pijao	3.18	3.12	3.08	3.13
73 Vul 6586	3.25	3.02	3.04	3.10
141-M-1	3.27	3.12	2.92	3.10
Tui	2.58	2.52	2.54	2.55
Porrillo sintético	2.66	2.29	2.70	2.55
Var. 51052	2.70	2.41	2.24	2.45
73 Vul 6589	2.71	2.66	2.05	2.47
Porrillo # 1	2.21	2.42	2.39	2.34
150-1-1	1.94	1.77	1.65	1.79
Promedio de todas las variedades	2.72	2.59	2.51	

fertilizantes (N y P) aumentó el rendimiento de frijol y el peso de las malezas; este incremento fue más pronunciado en las bajas densidades. Las densidades de siembra (200.000 y

300.000 plantas) tuvieron poco efecto en el rendimiento, pero sí se encontró interacción de los espacios entre hileras y la fertilización (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento de frijol Var. Revolución 79, kg/ha, promedio de tres años y dos densidades, debido al espacio entre hileras y a la fertilización, en Carazo, Nicaragua (Vanegas, 1986)

Espacio entre hileras	Fertilización kg/ha de N-P ₂ O ₅			
	0-0	70-46	70-92	70-184
25	1.481	1.747	1.758	1.934
50	1.259	1.559	1.547	1.654
75	1.099	1.214	1.266	1.450

Para técnicas de siembra como el frijol tapado von Platen y Rodríguez, (1982) recomiendan aumentar la cantidad de semilla de 45 a 50 kg/ha, lo que resulta en un aumento de la población y del rendimiento.

Para las plantas de hábito de crecimiento voluble (tipo IV) el CIAT encontró (CIAT, 1976) que en monocultivo (con espalderas) o en asociación con maíz los rendimientos máximos se tienen a una densidad de 160.000 plantas de frijol/ha.

Pantoja, *et al.*, (1975) al evaluar las prácticas de fertilización y densidad de población de la asociación maíz - frijol, en dos suelos conocidos localmente como arenosos profundos, arenosos poco profundos y bajos en materia orgánica, en el Valle de Puebla (México), encontraron que:

- Los rendimientos de maíz y frijol asociados, fueron menores que cuando se sembraron por separado. Sin embargo la asociación produjo mayores ingresos.
- Las limitaciones por profundidad del suelo afectaron en mayor grado los rendimientos del frijol que los del maíz.
- Las aplicaciones de nitrógeno fueron las que afectaron en mayor grado el rendimiento de ambos cultivos.

- Al aumentar la población del maíz se incrementaron los rendimientos de este cultivo, pero disminuyeron los del frijol.
- Las mejores épocas para la aplicación de nitrógeno fueron 1/3 al momento de la siembra, y 2/3 30 días después de la siembra.
- La aplicación adicional de 10 toneladas de gallinaza/ha produjo los mayores ingresos.
- Las recomendaciones preliminares para los dos sistemas de producción usados fueron:

Para suelos arenosos profundos: 150-40 kg/ha de N y P₂O₅, respectivamente; 40.000 plantas de maíz y 60.000 plantas de frijol por hectáreas, 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y 2/3 del nitrógeno 30 días después de la siembra.

Para suelos arenosos poco profundos: 120-60 kg/ha de N y P₂O₅, respectivamente; 40.000 plantas de maíz y 60.000 plantas de frijol por hectárea; 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y 2/3 del nitrógeno 30 días después de la siembra.

Chuela (1984 a) en la zona del centro de Jalisco, (México), y utilizando una población de maíz de 35.000 plantas/ha concluyó que:

¹ Dinero en efectivo que tiene restricciones para la adquisición de insumos.

- Si se tiene capital limitado¹ el tratamiento óptimo fue de 20 kg/ha de fósforo y 30.000 plantas/ha de frijol.
- La mejor alternativa contando con capital ilimitado² y sin riego fue la de 80 kg/ha de N, 20 a 40 kg/ha de fósforo y 30.000 a 50.000 plantas de frijol/ha.

Godinez (1978) al estudiar las dosis de nitrógeno y fósforo y las densidades de población de frijol en el área del plan Puebla, en México, encontró que:

- Las altas poblaciones de frijol ocasionan acame del maíz y reducción de sus rendimientos.
- Para el nitrógeno hay respuesta en los rendimientos del maíz y del frijol hasta 90 kg/ha.
- La máxima respuesta para el P_2O_5 en los rendimientos del maíz y del frijol se tiene en los 60 kg/ha.
- Por lo general las poblaciones de frijol afectan los rendimientos del maíz.

El estudio de varias combinaciones de densidades en asociaciones de maíz y frijol efectuado por Francis et al. (1982) permite concluir que la densidad de población del maíz influye tanto en sus rendimientos como en los del frijol; sin embargo, cuando se usa un maíz semienano, la densidad de frijol también tiene

un efecto significativo en el comportamiento de los dos cultivos.

Campos (1980) encontró en Guatemala que el frijol mostró respuesta negativa a los incrementos de la densidad de maíz, pero positiva al incremento de sus propias densidades (CIAT, 1986).

La densidad total que pueda ser sostenida depende de los recursos ambientales. En condiciones de estrés la densidad de plantación tendría que ser baja.

Para plantas de frijol arbustivo, las densidades óptimas de siembra (200-250.000 plantas/ha) son las mismas tanto para monocultivo como para cultivos asociados.

Para frijoles trepadores y semitrepadores la densidad óptima en monocultivo es de 120.000 plantas/ha, pero se reduce en asociaciones a 60.000 plantas/ha, porque una densidad de frijol alta puede causar acame del maíz (Cuadro 5).

La distribución espacial en el campo es de gran importancia en asociaciones de cultivos de dos o más especies, dado que afecta la eficiencia con que la luz solar y el espacio son utilizados.

Cuadro 5. Densidades óptimas de siembra de frijol de diferentes hábitos de crecimiento en tres sistemas de cultivo

Hábito de crecimiento	Densidad (Plantas/ha)		
	Monocultivo	Relevo	Asociado
I a IIIa	250.000	—	250.000
IIIb	160.000	120.000	120.000
IVa	120.000	80.000	80.000
IVb	90.000	30.000	30.000

² Dinero en efectivo que no presenta restricciones para la adquisición de insumos.

Fertilización

La decisión de fertilizar, la escogencia del tipo de fertilizante que se debe aplicar, y la determinación de la cantidad y el momento de aplicación, dependen de:

- La fertilidad del suelo: determinada mediante el análisis químico de muestras representativas del suelo.
- El sistema de cultivo: especialmente lo que se refiere a la técnica de preparación del suelo y a la siembra de frijol solo, en asociación o en relevo.
- El uso de riego: donde no se dispone de agua para el riego y las lluvias son escasas o erráticas, porque las respuestas a la fertilización también están condicionadas por esto.

La aplicación de los fertilizantes tiene relación con: el riego, el control de malezas, la incidencia de enfermedades y la densidad de población.

Flor, (1985), discute los criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol y establece que:

- a. La cantidad de nutrimentos que tiene el suelo debe determinarse con base en la densidad aparente del suelo.
Convencionalmente se calculan los contenidos de nutrimento con base en la densidad aparente 1.0 pero, si ésta varía, cambia la cantidad de nutrimento en el suelo y, por lo tanto, la recomendación de fertilizantes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenidos reales y "convencionales" de varios nutrimentos en un suelo (Flor, 1985)

Análisis químico	Cantidad de nutrimentos/ha	
	Situación convencional	Situación real
	d.a = 1.0	d.a = 1.6
	2.000.000 kg/ha	3.200.000 kg/ha
Ca : 2.9 me/100 g de suelo	1.160 kg	1.856 kg
Mg : 0.9 me/100 g de suelo	216 kg	345 kg
K : 0.14 me/100 g de suelo	109 kg	174 kg
P : 11 p.p.m.	22 kg	35 kg

La densidad aparente relaciona el peso seco del suelo con su volumen, incluyendo los espacios porosos, por lo tanto, considera el volumen de las partículas y el volumen ocupado por los poros; este volumen se llama "volumen aparente" = (volumen verdadero + porosidad); no es un valor que permanece constante en cada suelo, sufre cambios según se altere el volumen de los poros.

Al solicitar un análisis de suelos es recomendable que se determine la densidad aparente de la capa arable por zonas, o tipos,

o series y utilizar el valor determinado de la densidad para los cálculos de cantidad de nutrimentos en el suelo.

Los factores de conversión de miliequivalentes por 100 gramos de suelo a kilogramos por hectárea de varios nutrimentos, para varias densidades, se encuentran en el Anexo 2.

- b. Los requerimientos nutricionales del cultivo deben determinarse con estudios locales de absorción de nutrimentos durante las etapas de desarrollo de la planta. En el

Cuadro 7 se nota la diferencia en absorción de N, P, K por parte de algunas variedades de frijol y en el Cuadro 8 se indican los

requerimientos del maíz y del frijol en condiciones tropicales.

Cuadro 7. Diferencias en la absorción de nutrimentos en frijol común (Flor, 1985)

Variedades y hábito	Período vegetativo (días)	Absorción, kg/ha						Relación absorción N:P:K
		N	P	K	S	Ca	Mg	
Gualí (I)	74	111	16	89				1.0:0.14:0.8
Porrillo sintético (II)	88	134	21	123				1.0:0.15:0.9
Puebla 152 (III)	91	149	23	110				1.0:0.15:0.7
P-589 (IV)	100	175	23	140				1.0:0.13:0.8
Frijol (Malavolta, Brasil)		102	9	93	25	54	18	
Porrillo Sintético (Laing, Zuluaga)	89	147	18	133				

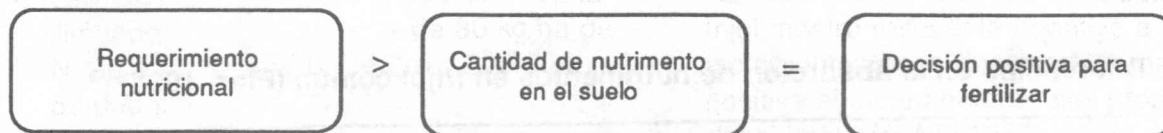
Cuadro 8. Exigencias minerales de maíz y de frijol (adaptado de Malavolla, citado por Flor, 1985)

Cultivos	Cosecha t/ha	kg/ha						g/ha						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Maíz														
Granos	5	115	28	35	2	10	11	40	4000	20	100	50	5	40
Restos	10	55	7	140	25	29	8	120	68000	80	1800	250	3	120
Total	15	170	35	175	27	39	19	160	72000	100	1900	300	8	160
Frijol														
Vainas	1	37	4	22	4	4	10							
Tallos	2	65	5	71	50	14	15							
Total	3	102	9	93	54	18	25							

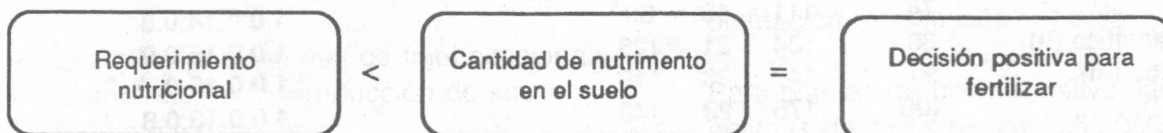
Adaptado de Flor, 1985.

Para tomar la decisión de fertilizar, Flor (1985) recomienda respecto al fósforo, potasio,

calcio³ magnesio y micronutrientes el siguiente procedimiento primera situación:



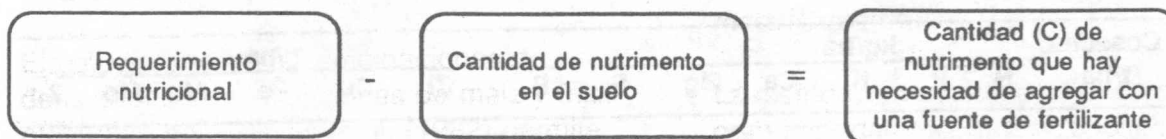
Segunda situación



- c. La eficiencia del fertilizante en función del suelo debe determinarse en cada sitio. Indica el autor que, en general, los fertilizantes nitrogenados y potásicos tienen

una eficiencia del 50% y los fosfatados del 12 al 20%.

Por lo tanto, cuando se tiene decisión positiva para fertilizar:



Hay necesidad ahora de calcular la cantidad real (C) de fertilizante que es necesario agregar teniendo en cuenta: a) El porcentaje de nutrimento que tiene la fuente de fertilizante escogida (Anexo 3); b) La eficiencia del fertilizante en función del suelo.

- Requerimiento nutricional de la variedad: 16 kg de P/ha
89 kg de K/ha
- Fuente de superfosfato triple (SFT) 46% $P_2O_5 = 20\% P$.

Decisión para fertilizar:

Suponiendo que se va a sembrar el frijol en una zona donde los suelos son clasificados como Oxisoles y donde las precipitaciones son altas, los resultados de análisis del suelo revelan que:

- Cantidad de P en el suelo: 7 kg de P/ha
- Cantidad de K en el suelo: 35 kg de K/ha
- Eficiencia de la fertilización 20%

Caso P:

Variedad del cultivo - disponibilidad del elemento en el suelo = $16 - 7 = 9$ kg de P/ha

Si se selecciona superfosfato triple con 20% de P (Anexo 3) se tendrá:

³ El calcio en este caso se está considerando desde el punto de vista nutrimental. Por lo tanto la corrección de la acidez del suelo con base en el "encalado" no está considerada en esta discusión.

kg/ha de superfosfato triple = $\frac{9 \times 100}{20} = 45$ kg/ha,

y considerando una eficiencia de fertilización del 20% de P se necesitarán:

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ kg SFT} & & 20 \text{ kg P} \\ \times & & 45 \text{ kg P} \\ \hline = & 225 \text{ kg SFT/ha} & \end{array}$$

Caso K:

Si se elige una cantidad de fertilizante de:
C = 89 kg K/ha - 35 kg K/ha = 54 kg/ha K,
y usar cloruro de potasio con 50% de K
(Anexo 3), se tendrá:

$$\text{kg/ha de cloruro de potasio} = \frac{54 \times 100}{50} = 108$$

Siendo la eficiencia de K del 50%, se necesitarán:

$$\frac{108 \times 100}{50} = 216 \text{ kg/ha de cloruro de potasio}$$

Para establecer la respuesta del cultivo a la fertilización los investigadores realizan muchos experimentos, mediante los cuales determinan para cada suelo, variedad y sistemas de cultivo: las dosis, las combinaciones óptimas (económica y agrónomicamente) y las fuentes más eficientes.

Sus resultados sirven de base a los extensionistas para formular a los agricultores recomendaciones sobre el uso de fertilizantes. Parte de estos estudios y sus conclusiones se presentan a continuación.

En Upala, Costa Rica, en un Typic Entropept, se obtuvo una producción de frijol en monocultivo de 1364 kg/ha con 200 kg/ha de N y 120 kg de P_2O_5 /ha, lo que representó un incremento de 109% con respecto al testigo.

Chuela (1984), en la Zona Centro de Jalisco (México), con la variedad Bayomex, encontró

que el "óptimo económico de capital ilimitado" lo ofreció el tratamiento 45 - 30 - 0 y el "óptimo económico de capital limitado" se obtuvo con el nivel 30-30-0, ambos con 140 mil plantas de frijol por hectárea.

En los Altos de Jalisco, Mier (1984) después de tres experimentos con las variedades Bayomex, 997 - CH - 73 y Ojo de cabra, concluyó que:

- Para la aplicación de nitrógeno, la respuesta indicó una cantidad de 30 kg/ha en todos los tratamientos seleccionados.
- Respecto a la aplicación de fósforo, los tratamientos seleccionados para capital ilimitado fueron con 60 kg/ha; para capital limitado, la cantidad fue de 30 kg/ha.
- La aplicación de potasio fue positiva en dosis de 50 kg/ha; sin embargo, es necesario seguir explorando con esta fuente de fertilizante para inferir con más precisión.
- La incorporación de 1 t/ha de gallinaza no incrementó el rendimiento, por el contrario, hubo un descenso al compararse con sus respectivos tratamientos sin gallinaza.
- Las mejores densidades de población fueron de 130.000 y 160.000 plantas por hectáreas.

Leal (1983) resume las recomendaciones de fertilización para el Noroeste de México así:

En cada una de las regiones productoras de frijol en el Noroeste, se utilizan diferentes productos y dosis de fertilizantes. Por ejemplo, en los Valles del Fuerte y Culiacán, conviene aumentar la dosis de fertilizantes cuando se siembra después de sorgo, ya que este cultivo "agota" el suelo; no se fertiliza cuando la humedad del suelo es deficiente.

En el Sur de Sinaloa, en general, el frijol cultivado con humedad residual no requiere fertilizantes químicos en los suelos aluviales y arcillosos; solamente se recomienda para aquellos terrenos donde existan antecedentes empíricos de respuesta a la fertilización, en

cuyo caso se sugiere fertilizar con 40 kg de N/ha, como en los suelos arenosos de las islas de la Piedra, Palmito de la Virgen y Palmito del Verde.

En la costa de Nayarit, la dosis de fertilizante que se aplica está condicionada por la humedad con que cuenta el terreno; en esta región es donde existe respuesta a las aplicaciones de fósforo. En el Valle de Santo Domingo, la dosis de fertilizante nitrogenado

varía de acuerdo con el tipo de suelo en donde se siembre el frijol; en suelos tipo migajón-arcillo-arenoso la dosificación es menor que en suelos migajón arenoso.

En el Cuadro 9 se observan las dosis de nitrógeno y P_2O_5 recomendadas para los diferentes sistemas y las principales regiones productoras de frijol en el Noroeste de México.

Cuadro 9. Fertilización en el cultivo de frijoles en el Noroeste de México (Leal, 1983)

Regiones	Sistemas de producción	Dosis Nitrógeno (N) kg/ha	Dosis Fósforo (P_2O_5) kg/ha
Valle del Fuerte	Riego	40-80	0
	Temporal	0	0
Valle de Culiacán	Riego	46-92	0
	Temporal	0	0
Sur de Sinaloa	Humedad resid.	40	0
	Temporal	60	40
	Riego	30	30
Costa de Nayarit	Humedad residual óptima	20	20
	Humedad residual marginal	0	0
Valle de Santo Domingo	Riego	60-90	0
Costa Hermosillo	Riego	40	0

En República Dominicana, Pérez (1979) en suelos Vertisoles del Valle del Cibao con las variedades locales C-14 y Pompadour, obtuvo los siguientes resultados:

- La aplicación de nitrógeno y fósforo incrementó significativamente los rendimientos del frijol.
- Las aplicaciones del potasio en estos suelos no afectaron en forma significativa los rendimientos del frijol.
- El cultivo de frijol, en estos suelos, respondió a la aplicación de dosis hasta de 288 kg/ha de nitrógeno.

- El cultivo de frijol, en estos suelos, respondió a la aplicación de hasta 72 kg/ha de fósforo.
- La dosis óptima económica de nitrógeno fue estimada en 90 kg/ha y la de fósforo en 60 kg/ha.

En la zona frijolera de Olancho, Honduras, fueron establecidos once ensayos (Durán y Caballero, 1983). Los resultados indican que los tratamientos 25-40, 25-80 kg/ha de N y P aplicados antes de la siembra y el tratamiento 25-80 a la siembra mejoran sustancialmente los rendimientos. El tratamiento con mejor

retorno marginal (172%) fue el de 25-40 kg/ha de N - P.

Basándose en las características químicas de los suelos de los departamentos en donde se siembra frijol común en Nicaragua (Cuadro 10) la Dirección de Suelos y Agua DGTA, citada por Tapia y Camacho (1988), recomienda la dosis de NPK que se detalla en el Cuadro 11.

Cuadro 10. Características químicas de los suelos de los departamentos donde se siembra frijol común en Nicaragua

Características	Departamentos
pH ácido	Nueva Segovia, Matagalpa, Zelaya, Chontales, Río San Juan, Masaya, Granada, Rivas
Fósforo bajo < 7 ppm	Madriz, Jinotega, Chontales, Zelaya, Carazo
Potasio bajo < 0.14 meq/100 ml	Río San Juan, Matagalpa, Nueva Segovia, Zelaya, Chontales
Calcio y Magnesio bajo	Nueva Segovia, Matagalpa, Chontales, Zelaya, Granada

Fuente: Dirección de Suelos y Aguas, DGTA, citado por Tapia y Camacho, 1988. Los departamentos que no se anotan poseen pH neutro. A pH 7 existen condiciones óptimas para el frijol mientras que la acidez es desventajosa para su cultivo.

Tapia y Camacho (1988) al igual que Mendoza (1983) e Icaza (1982) encontraron diferencias en la respuesta de las variedades al fósforo.

En el caso de las variedades nicaragüenses, se establecen dos grupos de respuesta a la adición de fósforo al suelo, éstos son; con respuesta, que incluye las variedades Revolución - 79, El Salvador - 67, Orgulloso - 1 y 2, Revolución - 82 y Dulce; y sin respuesta, Rojo Nacional, Upala Rojo y Revolución - 81.

Cuadro 11. Cantidades promedio de fertilizante NPK recomendadas en las regiones de Nicaragua

Regiones	Departamentos	Fertilizante NPK (kg/ha)
I	N. Segovia, Madriz	30-60-40
II	Estelí	40-45-20
III	Chinandega	20-30-15
IV	Managua, Masaya	15-30-15
V	Granada, Carazo, Rivas	40-35-15
VI	Boaco, Chontales	25-40-15
	Matagalpa, Jinotega	25-40-15
Zona Espec.	Zelaya, Río San Juan	20-40-15
		40-60-40

Fuente: Dirección de Suelos y Aguas, DGTA, citado por Tapia y Camacho (1988).

Icaza, (1982) en suelos con cero laboreo encontró que en ausencia de P_2O_5 la variedad mejorada responde mejor que la tradicional, (564 vs. 376), pero a 124 kg/ha del producto utilizado, la variedad mejorada disminuye más su rendimiento que la tradicional (Cuadro 12).

Cuadro 12. Producción en kg/ha para variedad y niveles de fósforo (Icaza, 1982)

Variedades	Niveles de fósforo (kg/ha)			
	0	62	124	Medias
Honduras - 46 (Mejoradas)	564	839	471	625
Goaliceño (Criolla)	376	725	603	568

En Guatemala para el Sistema (relevo rotación) maíz - frijol - sorgo, Cifuentes (1984) encontró que la dosis óptima económica promedio para capital ilimitado corresponde a 115-45 kg/ha de nitrógeno-fósforo, y para capital limitado corresponde a 83-30 kg/ha de nitrógeno y fósforo. Para el sistema frijol-sorgo estas dosis son 90-90-90 y 30-0, respectivamente.

Mier (1984) y Solís (1980) obtuvieron resultados parecidos al estudiar la fertilización del sistema asociado maíz-frijol en Jalisco (México) y en Jutiapa (Guatemala). En ambos lugares el sistema respondió a la aplicación de nitrógeno y fósforo. Las dosis óptimas oscilan entre los 40 a 50 kg/ha para el nitrógeno y de 30 a 50 kg/ha para el fósforo.

Una vez conocidas las necesidades del cultivo, la disponibilidad de nutrimentos del suelo y tomada la decisión de fertilizar, cualquier fertilizante disponible en el mercado podría utilizarse para satisfacer los requerimientos de fertilización.

Por ejemplo, un cultivo necesita 40 kg de nitrógeno y tenemos como fertilizante disponible Sulfato de amonio $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$; conocidas las características del suelo sabemos que es técnicamente factible su aplicación.

$$\begin{aligned} 100 \text{ kg de } \text{SO}_4(\text{NH}_4)_2 & 21 \text{ kg de N} \\ X \text{ kg de } \text{SO}_4(\text{NH}_4)_2 & 40 \text{ kg} \\ X = \frac{40}{21} \times 100 & = 190.4 \text{ kg de } \text{SO}_4(\text{NH}_4)_2 \end{aligned}$$

Para obtener los máximos beneficios de la fertilización es necesario aplicar correctamente los fertilizantes y proporcionar al cultivo las condiciones de humedad y sanidad adecuadas. Los fertilizantes se pueden aplicar al suelo, en el agua de riego y en aspersiones al follaje; el método que se utilice dependerá del tipo de fertilizante, de las características del suelo, la disponibilidad de agua, la dosis que se va a aplicar y del equipo disponible.

Métodos de fertilización

Fertilizar es el proceso mediante el cual se adicionan o suministran nutrimentos al suelo para el desarrollo normal de un cultivo o sistema de cultivos.

Las cantidades y número de nutrimentos los determina el agricultor por su propia experiencia, o a través de los resultados del análisis químico de muestreos de suelos de los terrenos para cultivar.

Sistemas de fertilización

Fertilizantes sólidos

- Aplicación al voleo: este método consiste en distribuir el fertilizante de manera uniforme en la superficie del suelo; es usado en aquellas regiones donde acostumbran el sistema de siembra de frijol tapado.
- Aplicación al chorrillo: este método se utiliza generalmente cuando se hace uso de maquinaria agrícola y también con tracción animal; la actividad consiste en depositar el fertilizante en el fondo del surco, procurando que éste no quede en contacto directo con la semilla.
- Aplicación en banda: no es tan común para el cultivo de frijol, y consiste en rallar a unos 10 cm de distancia de las plantas para depositarlo.
- Aplicación por sitio o localizada: este sistema se práctica en forma manual con chuzo o espeque en plantas recién germinadas.

Fertilización foliar

Podemos definir la fertilización foliar como la aplicación de nutrimentos en las partes aéreas de las plantas. En algunos países de la Región se aplica el fertilizante foliar mezclado con plaguicidas.

Como ventajas, se tienen:

- Es un buen recurso en situaciones de emergencia como:
 - En presencia de condiciones que impidan al sistema radicular de la planta absorber los nutrimentos, tales como: raíces dañadas por implementos agrícolas, afectadas por enfermedades, insectos o nemátodos, presencia de capas de suelo endurecidas, mala aireación, etc.

- Sequía: la cual afecta principalmente la absorción por las plantas de los nutrientes de muy baja solubilidad.
- Se requiere aplicar menores cantidades de abono al follaje que al suelo para alcanzar un nivel de nutrición dado.
- Se puede recurrir a ella más rápidamente que a la aplicación al suelo en ciertos cultivos ya establecidos cuando se presenta la sintomatología de la deficiencia de un elemento (Cuadro 13).
- Los síntomas visuales de la respuesta del cultivo al abono son más rápidos.
- Se puede cubrir rápidamente un área grande.
- Ayuda a las plantas a recuperarse de los efectos fitotóxicos producidos por los herbicidas.

Hay que reconocer también que la fertilización foliar es usada a veces como un complemento de la fertilización al suelo.

Cuadro 13. Tasa de absorción para nutrientes aplicados al follaje en la planta de frijol

Elementos	Tiempo requerido para absorber el 50%
Nitrógeno (úrea)	1 - 6 horas
Fósforo	6 días
Potasio	1 - 4 días
Calcio	4 días
Magnesio	8 días
Cloro	1 - 2 días
Hierro	8% en 24 horas
Manganeso	24 - 48 horas
Zinc	24 horas
Molibdeno	4% en 24 horas

Tomado de: Fertilizer technology and Usage 1963 Soil Science Society of America.

Encalamiento

La acidez del suelo generalmente se origina por la acción integrada de los factores de formación del suelo, pero puede ser agravada por la percolación continua del agua a través de éste, por el uso prolongado de algunos fertilizantes que dejan residuo ácido, por la descomposición de la materia orgánica y mineral, o debido a ciertas reacciones entre el suelo y las raíces de la planta.

La acidez del suelo se indentifica con bajo pH (< 5.5), altas concentraciones de aluminio y/o Al^{+++} + Mn^{++} y deficiencias de elementos esenciales. El aluminio es el catión predominante en el complejo de intercambio en estos suelos y frecuentemente un factor que limita el crecimiento de muchas especies de plantas.

- Estrategia: para atenuar las limitaciones impuestas por la acidez del suelo sin hacer aplicaciones masivas de cal:
 - Cal para reducir la saturación de aluminio por debajo de los niveles tóxicos para sistemas agrícolas específicos;
 - cal para suministrar Ca y Mg y para estimular su movimiento en el subsuelo;
 - uso de especies y variedades tolerantes a las toxicidades de Al y Mn.

Riego

El agua es un factor crítico en la producción de cultivos y para obtener un buen rendimiento en la cosecha de frijol se requiere un abastecimiento adecuado.

Observaciones de campo realizadas durante varios años en el CIAT y en especial en el

primer semestre de 1982, el cual fue muy lluvioso (680 mm), indican que el frijol es una planta muy sensible al contenido de humedad del suelo, especialmente cuando la textura es pesada. El exceso de humedad puede producir efectos tanto o más nocivos en la producción de frijol que el déficit de la misma.

Con el fin de determinar la frecuencia de riego y la óptima utilización del agua del riego por el cultivo de frijol, Díaz y Castillo (1982) realizaron experimentos en el CIAT, Palmira, Colombia. En un experimento, combinaron la tensión de humedad del suelo y la fase de desarrollo de la planta de frijol como indicadores de la frecuencia del riego; y, en otro experimento, teniendo en cuenta los resultados del anterior, se estudió la importancia del suministro de agua durante el período de reproducción del frijol para obtener una máxima producción con la menor cantidad de agua aplicada.

Los criterios para determinar la época de aplicación del riego fueron: la etapa de

desarrollo del cultivo y la disponibilidad de agua en el suelo.

Para determinar el efecto en la producción de la aplicación de riego de acuerdo con el desarrollo de la planta, Díaz y Castillo (1981?) concluyeron que bajo las condiciones del CIAT, en Colombia:

- Cinco riegos que suministren más o menos 270 mm, aproximadamente de lámina utilizable, (aproximadamente 350 mm, de lámina aplicada), dan el mayor rendimiento en la producción de frijol.
- Las etapas comprendidas entre la iniciación de la floración (28 - 30 días después de la germinación, (R6) y la fructificación (48 - 50 días después de la germinación, (R7) son las más críticas desde el punto de vista de disponibilidad de agua en el suelo. Los ensayos realizados indican que la tensión del suelo no debe ser mayor de 35 centibares durante estas etapas (Figura 13).

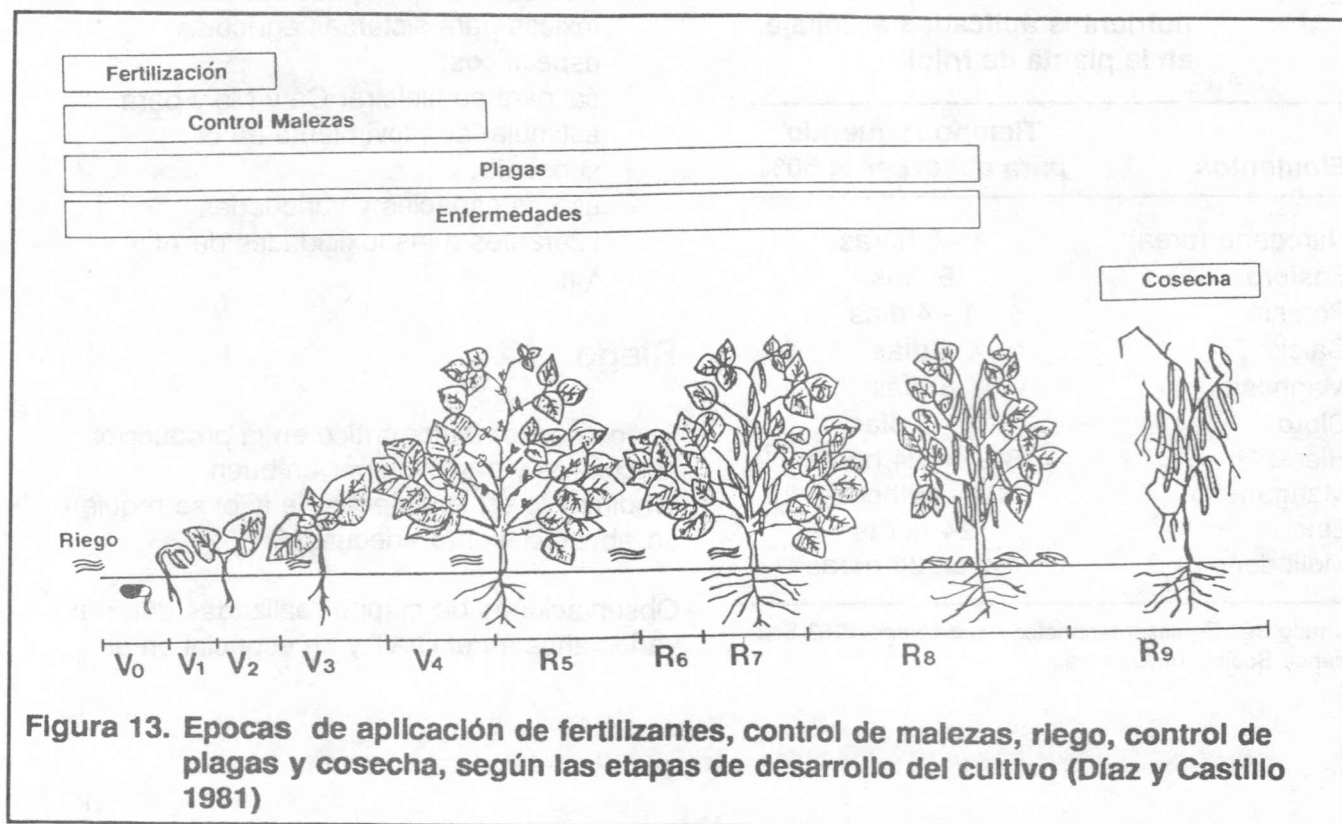


Figura 13. Epocas de aplicación de fertilizantes, control de malezas, riego, control de plagas y cosecha, según las etapas de desarrollo del cultivo (Díaz y Castillo 1981)

- Un buen riego de germinación, que cope la capacidad de almacenamiento de los 30 centímetros superiores del suelo, es suficiente para permitir que el frijol sobreviva sin problemas los primeros 20 días después de la siembra.
- El suministro de agua a los 10-12 días después de la siembra no es necesario si el riego de germinación ha sido adecuado.

Los efectos fisiológicos de la sequía son revisados en detalle por White e Izquierdo (1989); a pesar de la complejidad del tema, estos autores anotan que la mejora en la productividad del cultivo de frijol puede ser realizada únicamente a través de la modificación de los genotipos de las plantas y cambiando los ambientes para aliviar los efectos del estrés ambiental.

Otros autores han contribuido a aclarar el uso del agua en frijol, como Manjarez y López (1983), Rodríguez *et al* (1986), Cerezo y Prati (1985) y De Cock *et al* (1974).

Medida de la humedad del suelo

El método más simple, más ampliamente utilizado, y probablemente el mejor para medir la humedad del suelo consiste en tomar muestras del mismo en el terreno, a varias profundidades y en diversos puntos. La muestra de suelo debe colocarse en un recipiente hermético por ejemplo, una lata de aluminio o de otro metal, o una vasija de vidrio, que se tapará inmediatamente para impedir la pérdida de humedad durante su traslado al laboratorio. El vapor que se condense en el interior del recipiente, deberá pesarse, incluyéndose la cifra que dé esta pesada en la determinación de la humedad, ya que dicho vapor procedía de humedad contenida en el suelo al tomar la muestra. Las muestras húmedas se pesan, se secan hasta un peso constante en estufa a 105-110°C, y se vuelven a pesar. La diferencia de peso se debe a la pérdida de agua. El valor de esta diferencia se divide por el peso del suelo seco para obtener el porcentaje de humedad con relación al peso en seco.

Cuando se emplea este método las muestras se toman generalmente en varios lugares del terreno y se mezclan entre sí, o se usan separadamente para expresar la humedad del suelo. Las muestras pueden tomarse usando un tubo con el que se obtienen cilindros de suelo de volumen aproximadamente igual, o mediante uno de los muchos métodos que permiten tomar muestras a diferentes profundidades. También puede utilizarse una pala o azada si se toman las precauciones debidas para lograr una muestra representativa. Cuando las muestras se mezclan entre sí, todas las que constituyen la mezcla deberán ser aproximadamente del mismo volumen.

Resumen de la Secuencia

Una buena proporción del frijol cultivado en América Central, México y el Caribe se siembra en asociación, especialmente con maíz, en franjas, mixtos o en relevo.

Estos sistemas de cultivo son diferentes al monocultivo, en aspectos como tipos de plantas, sistemas de siembra, densidades de siembra, fertilización y manejo fitosanitarios.

Los sistemas de siembra son: frijol tapado, con espeque y con sembradora. Con el primer sistema, la semilla de frijol se riega al voleo entre la maleza y luego ésta se corta esta con machete. Este sistema a pesar de sus ventajas con respecto a la conservación del suelo, tiene un rendimiento bajo.

La siembra con espeque consiste en hacer un hueco en el suelo con un espeque o chuzo donde se colocan 1 a 3 semillas de frijol (y 1 a 3 de maíz, en siembras mixtas). La siembra con maquinaria es apta para los terrenos planos y se puede hacer en suelos preparados convencionalmente o con labranza cero.

En monocultivo o en cultivos asociados en hileras se usan variedades de frijol arbustivas Tipo I y II con una densidad de población de 200.000 a 250.000 plantas de frijol/ha. La

interacción entre poblaciones de maíz y frijol asociados es negativa pero el rendimiento del sistema es mayor que el del monocultivo. La mejor época de siembra de frijol con respecto al maíz es de 10 a 15 días antes.

La siembra de variedades trepadoras (Tipo IV) en relevo con maíz, consiste en sembrar primero el maíz y cuando éste haya terminado su llenado del grano se siembra el frijol al pie del maíz, para usar la caña como tutor. La densidad de población de frijol se reduce a 80.000 o 30.000 plantas/ha dependiendo de si el hábito es IVa o IVb.

La fertilización del sistema se establece con base en:

- La cantidad de nutrimentos que tiene el suelo, determinada con base en el análisis químico del suelo y la densidad aparente.
- Los requerimientos nutricionales del cultivo

y la eficiencia de los fertilizantes en función del suelo, determinados mediante estudios locales.

En la mayoría de las investigaciones realizadas en la región tanto en monocultivo como en cultivo asociado, el frijol aumentó sus rendimientos con la aplicación de nitrógeno y fósforo y en general no hubo respuesta al potasio.

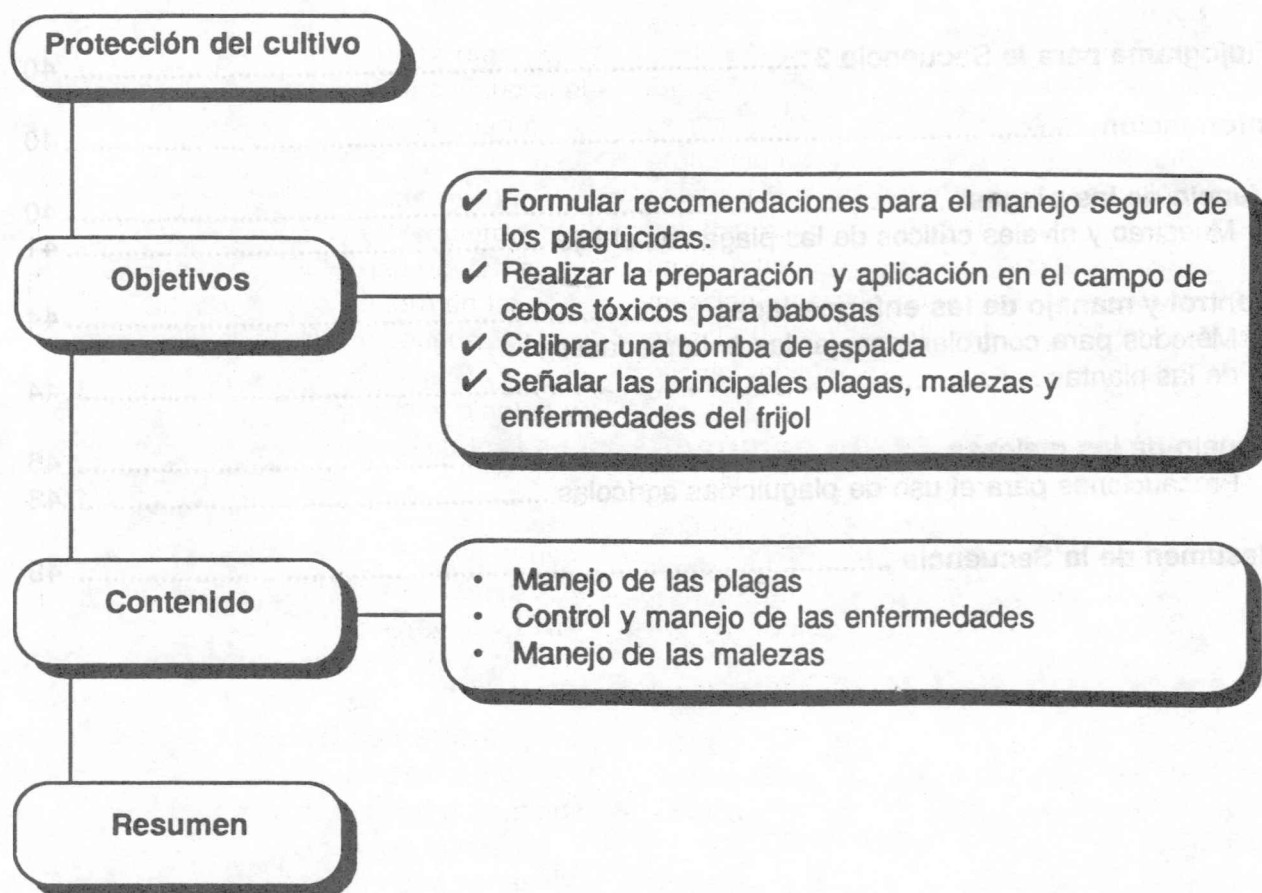
El agua es quizás el factor externo que más influencia tiene en el desarrollo del frijol. Las etapas comprendidas entre la iniciación de la floración (R-5) y la fructificación (R-7) son las más críticas. La aplicación del riego en las etapas Vo, V2, V4, R5 y R7 produce altos rendimientos.

Secuencia 3. Protección del cultivo

Página

Flujograma para la Secuencia 3	40
Información	40
Manejo de las plagas	40
• Muestreo y niveles críticos de las plagas en el frijol	41
Control y manejo de las enfermedades	44
• Métodos para controlar/manejar las enfermedades de las plantas	44
Manejo de las malezas	45
• Precauciones para el uso de plaguicidas agrícolas	48
Resumen de la Secuencia	48

Flujograma para la Secuencia 3



Información

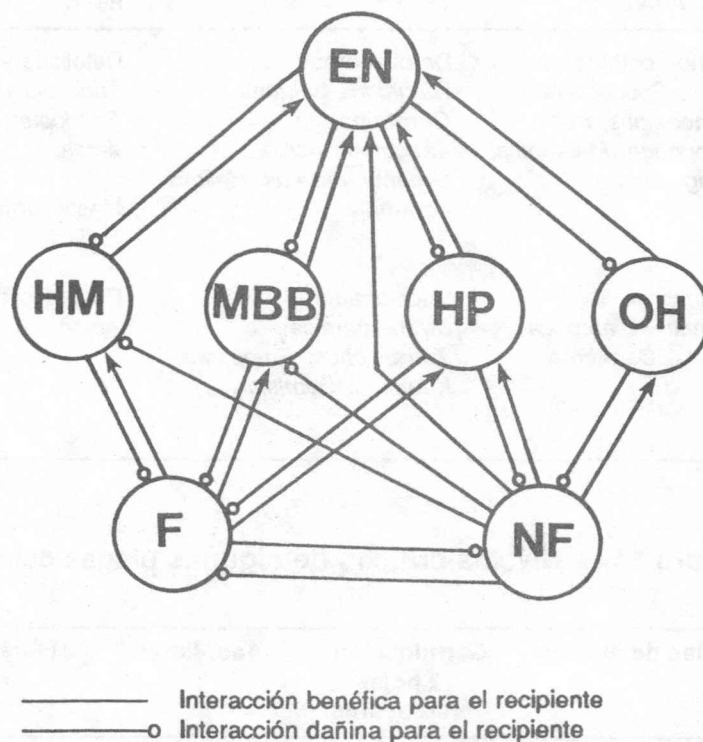
Como vimos en la Introducción de la Unidad, los componentes del cultivo de frijol están interrelacionados en forma multidireccional y por esta razón la modificación de un componente puede afectar a otro. Por esta razón se recomienda el manejo integrado de los componentes. Respecto a las plagas se recomienda el Manejo Integrado de Plagas (MIP) para combatir los organismos que reducen el rendimiento, de manera tal que no se afecte el equilibrio del sistema. Este concepto implica la utilización, en forma combinada, de todas las prácticas de manejo y control disponibles, incluyendo la no acción,

para mantener las poblaciones de los organismos a niveles que no ocasionen daños o pérdidas económicas al cultivo.

Podemos considerar como plagas en los cultivos de frijol las malezas, los insectos, los fitopatógenos, las babosas y en algunos lugares, las ratas.

Manejo de las plagas

Los insectos y otras plagas son componentes del sistema que interactúan. Estas interacciones se describen de una manera simplificada en la Figura 14.



F = Plantas de frijol
 NF = Otras plantas diferentes al frijol
 HM = Herbívoro Monófago
 HP = Herbívoro Polífago
 OH = Otros herbívoros
 EN = Enemigos naturales
 MBB = Conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*)

———— Interacción benéfica para el recipiente
 ————o Interacción dañina para el recipiente

Figura 14. Diagrama simplificado de Levins de las Interacciones en un agroecosistema diversificado (Alan, 1983)

Por otra parte, en esta sección solamente se enumeran las plagas. Para una mayor información sobre las recomendaciones para su manejo se aconseja leer la Unidad sobre Manejo Integrado de Plagas, Malezas y principales Enfermedades.

Las principales plagas del frijol se resumen en el Cuadro 13.

Muestreo y niveles críticos de las plagas en el frijol

Las plagas son factores limitativos muy importantes en el frijol; las etapas fenológicas más críticas son: las plántulas, la floración y el llenado de las vainas (Figura 15 y Cuadro 14).

En campos uniformes se puede tomar una muestra cada 5 hectáreas tomando por lo

menos 5 submuestras por campo; en campos no uniformes se necesitan más. Al escoger el sitio para el muestreo se deben evitar las orillas del campo y escoger sitios típicos.

Antes de la siembra

Para detectar larvas de coleóptera y cortadores se revisa un área de suelo de 30 x 30 x 20 cm de profundidad. Repetir el muestreo 5 veces en cada sitio. El nivel crítico para la gallina ciega es de 0.25 grandes ó 0.5 pequeñas/muestra. Si se encuentran 0.1 - 0.2 cortadores/muestra hay que inspeccionar la siembra cada 2 días después de la germinación y estar listo para aplicar. Al encontrar más de 0.2 cortadores/muestra, se debe aplicar insecticida a la siembra. Si se encuentran 0.5 coralillos/muestra se debe aplicar el plaguicida o demorar la siembra.

Cuadro 13. Principales plagas según la etapa de desarrollo del cultivo de frijol

V0 - V2	V3 - R5	R6 - R7	R8 - R9
Gusanos cortadores: <i>Agrotis</i> , <i>Spodoptera</i> , <i>Elasmopalpus</i> , <i>Feltia</i> , <i>Phyllophaga</i> , <i>Melanotus</i> , <i>Epitragus</i> sp.	Defoliadores: <i>Diabrotica balteata</i> , <i>Ceratomyia</i> , <i>Estigmene acrea</i> , <i>Urbanus proteus</i> , <i>Heliothis</i> <i>nodonata</i>	Defoliadores: <i>Trichoplusia ni</i> , <i>Heliothis</i> , <i>Spodoptera</i> , <i>Estigmene</i> <i>acrea</i> . Masticadores: <i>Epilachna</i>	Devoradores de la vaina: <i>Vaginulus</i> , <i>Heliothis</i> Chupadores de la vainas: <i>Leptoglossus</i> Devoradores del grano: <i>Zabrotes</i> , <i>Acanthoscelides</i> Perforadores de la vaina
Defoliadores: <i>Vaginulus</i> , <i>Diabrotica</i> <i>balteata</i> , <i>Ceratomyia</i> .	Succionadores: <i>Myzus persica</i> , <i>Tetranychus</i> , <i>Empoasca</i> <i>kraemeri</i> , <i>Bemisia</i>	Devoradores del grano: <i>Apion</i>	

Cuadro 14. Niveles críticos de algunas plagas del cultivo de frijol

Antes de siembra	Germinación 2 hojas verdaderas	1as. flores	Floración	Llenado vainas	Maduración
Phyllophaga 0.25 grandes 0.5 peq/muestra	5% plantas dañadas	Empoasca 2 ninfas/hoja trifoliar ó 2 adultos/planta 2 adultos/planta	30% área foliar dañada	Barrenadores 3% Empoasca 3 ninfas/hoja ó	Daño de hojas sin importancia Barrenadores 3%
Cortadores 0.1-0.2/muestra	1 adulto empoasca/planta		Empoasca 2 ninfas/hoja ó 2 adultos/planta		
Coralillo 0.5/muestra			Picudo	Picudo	
Babosa 4 po 0.25/m ²					

Para detectar la babosa se puede seguir uno de los dos procedimientos siguientes:

- Durante la noche, con la ayuda de una linterna, se inspecciona el campo donde se sembrará. Al encontrar más de una babosa por 4 m² se debe hacer algún control.
- Se puede usar una trampa, que consiste en un bote enterrado en el suelo y cebo envenenado adentro (afrecho, maleza, agua, carbaryl y cerveza). Cuente las babosas muertas y cambie el cebo

diariamente por 3 ó 4 días. Al encontrar un promedio de más de 1 babosa/2 trampas/noche, debe combatir la plaga.

Desde la germinación hasta las dos primeras hojas verdaderas

Durante este período se debe hacer el muestreo para detectar cortadores y babosas cada dos o tres días. En cada sitio se deben revisar 100 plantas. En un campo con una buena densidad de plantas el nivel crítico es 5% de las plantas dañadas.

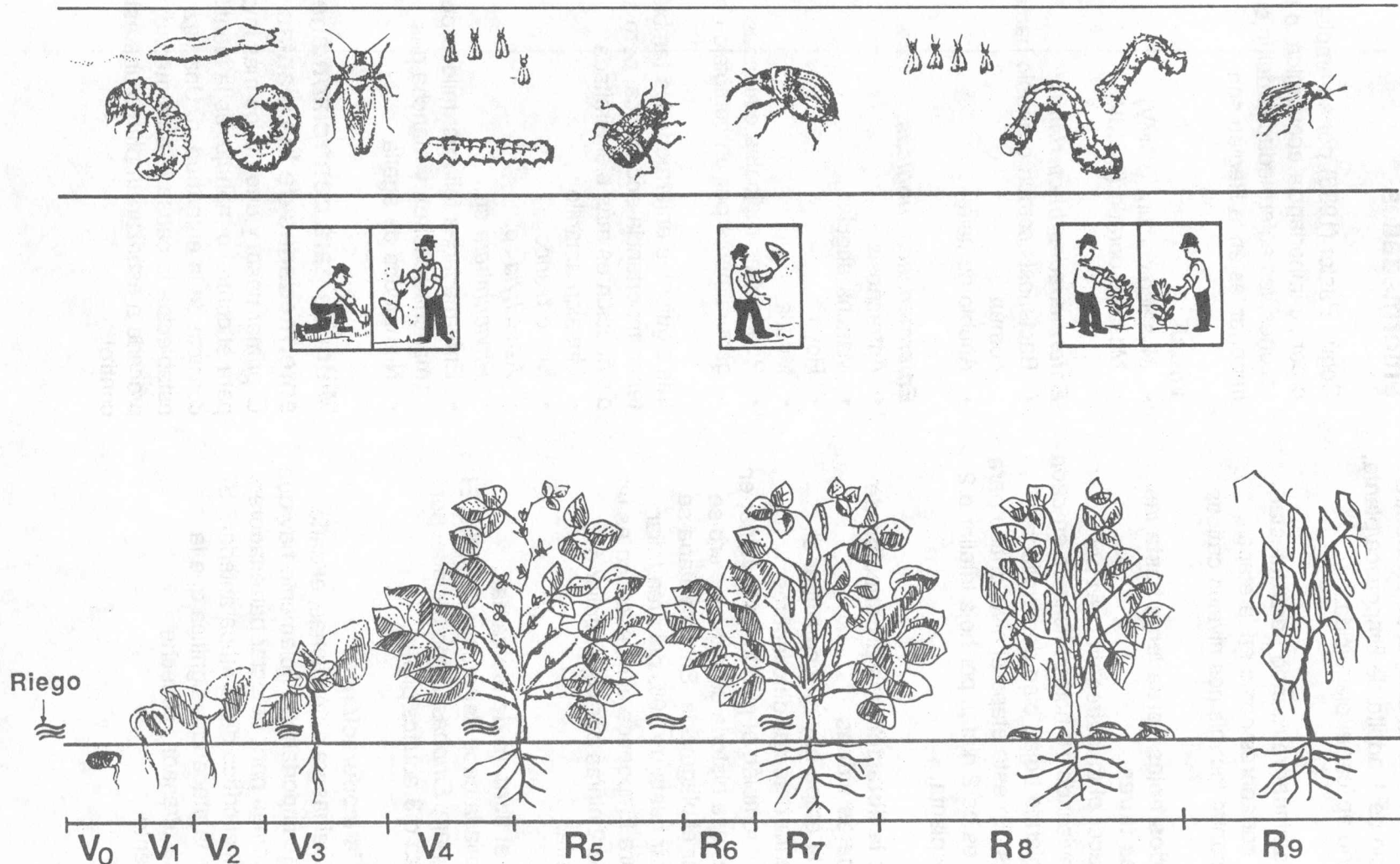


Figura 15. Epocas de evaluación y de ataque de insectos según las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de frijol

Para muestrear empoasca se mueven con el pie 10 plantas en cada sitio; si se encuentra un promedio de 1 adulto de Empoasca/planta, es necesario aplicar el plaguicida.

Se debe continuar revisando para detectar babosas y cortadores como en la etapa anterior, usando los mismos niveles críticos.

Desde dos hojas verdaderas hasta las primeras flores

Se debe hacer el muestreo una vez por semana, revisando 10 hojas trifoliales en cada sitio, escogiendo hojas bien desarrolladas, pero tiernas. En esta etapa el nivel crítico para *Empoasca* es de 2 ninfas por hoja trifoliar o 2 adultos por planta.

Durante la floración y la producción de las primeras vainas

Durante esta etapa hay que continuar el muestreo para detectar defoliadores, *Empoasca* y también el picudo de la vaina; en campos con una historia de daño severo se debe aplicar el plaguicida. En esta etapa se puede tolerar hasta un 30% del área foliar dañada. Para *Empoasca* el nivel crítico es un promedio de 2 ninfas por hoja trifoliar ó 2 adultos/planta.

Durante el llenado de las vainas

El área defoliada debe ser menor del 30%. El nivel crítico para *Empoasca* son 3 ninfas por hoja trifoliada o 3 adultos/planta.

Durante la maduración

Cuando las vainas ya estén llenas, el daño foliar no tiene importancia. Solamente hay que revisar las vainas para detectar barrenadores, usando el nivel crítico de la etapa anterior. Si el gorgojo está atacando, significa que la cosecha está atrasada; coseche inmediatamente.

Control y manejo de las enfermedades

Según Pastor (1985) por su amplia distribución o por su importancia económica, o por ambas razones, las enfermedades del frijol más importantes en la Región son:

Virosis:

- Mosaico común (BCMV)
- Mosaico dorado (BGMV)

Enfermedades bacterianas:

- Bacteriosis común o añublo bacterial común
- Añublo de halo

Enfermedades fúngicas:

- Antracnosis
- Mancha angular
- Roya
- Mustia
- Pudriciones radicales causadas generalmente por un complejo de hongos

Las siguientes enfermedades también pueden tener importancia económica, pero su distribución es más bien limitada:

- Mosaico amarillo
- Moho blanco
- *Ascochyta* sp.
- *Phytophthora* sp.
- Enfermedades foliares: mildew polvoso, mancha redonda y mancha gris
- Nemátodos de agalla

Métodos para controlar/manejar las enfermedades de las plantas

El primer paso, y uno de los más importantes para el control o manejo, es la identificación correcta de la enfermedad. Una vez establecida la causa la enfermedad, se procede a esbozar un plan o una estrategia de control.

Existen muchos métodos de control o manejo de las enfermedades, los cuales varían de una enfermedad a otra. En la mayoría de los casos es preferible prevenir o proteger a las plantas de las enfermedades, porque son muy difíciles de curar una vez que estén establecidas. En el manejo o control de enfermedades casi siempre se trata de disminuir el inóculo inicial y/o el progreso de la enfermedad.

Métodos regulatorios:

- Cuarentena

Prácticas culturales:

- Uso de semilla limpia
- Erradicación del cultivo o de las plantas enfermas
- Rotación de cultivos
- Eliminación de residuos de cosecha
- Buena agronomía:
 - Fertilización
 - Drenaje
 - Densidad
 - Control de malezas.
 - Coberturas
 - Arada profunda
 - Fecha de siembra.

Prevención de la enfermedad:

- Población de plantas
- Espaciamiento
- Distancia entre surcos
- Arquitectura de la planta:
 - Erecta
 - Follaje abierto

Control químico:

- Aspersiones foliares
- Tratamiento de la semilla
- Tratamiento del suelo
- Insecticidas para controlar vectores.

Resistencia genética (Anexo 4)

Control biológico

Control integrado:

El control o manejo de las enfermedades se hace más eficiente y económico cuando se tiene una buena información sobre el agente patógeno: su biología, su modo de

diseminación, y las condiciones ambientales que lo favorecen, para poder utilizar el método o la combinación de los métodos más apropiados, o sea, el control integrado, que permita controlar o manejar la enfermedad. En el caso de la mustia, por ejemplo, la extrema severidad de la enfermedad hace necesaria la utilización de variedades resistentes, de prácticas agronómicas como coberturas que evitan el salpique, y aún de fungicidas foliares.

Manejo de las malezas

Las principales malezas del frijol en América Central, México y el Caribe se presentan en el Cuadro 15.

Una maleza puede tener mucha importancia bajo ciertas condiciones y muy poca o ninguna en otras (CIAT, 1989). Esta interacción maleza-ambiente ha permitido agrupar las malezas más importantes en las áreas dedicadas al cultivo del frijol; agrupación (Anexo 5) debe servir de base para el manejo integrado de las malezas (Cuadro 15). Varios estudios realizados en el CIAT, coinciden en que el período crítico de competencia comprende de los 10 a los 30 días después de la emergencia y concluyen que las máximas producciones pueden ser obtenidas cuando se mantiene el cultivo libre de malezas durante los primeros 30 días de su ciclo (CIAT, 1980).

Estudios recientes indican que bajo ciertas condiciones el período crítico pueden ser los primeros 30 a 45 días (Soto y Gamboa, 1984) o los 32 a 50 días (Morales, 1983) y en el caso de la asociación maíz - frijol se considera que el período crítico de competencia de malezas son los primeros 20 días de sembrado (Morales y Doll, 1975).

Los métodos de control de las malezas en frijol son tratados en detalle en la Unidad Audiotutorial "Manejo y control de las malezas en el cultivo del frijol" (CIAT, 1980). Entre éstos se mencionan:

Cuadro 15. Nombre científico y nombres comunes de las malezas más importantes en cultivos de frijol (CIAT, 1989)

Nombre científico	Nombre común
DICOTILEDONEAS	
<i>Portulaca oleracea</i>	verdolaga
<i>Melampodium divaricatum</i>	hierba de chuchos - flor amarilla
<i>Melampodium perfoliatum</i>	flor amarilla - cabezona
<i>Bidens pilosa</i>	amor seco - picón picao - cacho de cabra, cadillo
<i>Amaranthus dubius</i>	bledo - bledo blanco
<i>Amaranthus spinosus</i>	bledo espinoso
<i>Amaranthus viridis</i>	ceruro - quelite - moco de pavo
<i>Nicandra physaloides</i>	capuli - cimarrón - miltomate - tomatillo
<i>Chenopodium</i> sp.	yuyo blanco - quinoa - ancaminha blanca - chual cenizo
<i>Argemone mexicana</i>	cardo blanco - cardo santo - chicalote
<i>Ipomoea</i> spp.	campanilla - batatilla - quiebra plato - corre huela - bejucos
<i>Sida</i> spp.	esocbilla - escoba - relógico
<i>Centratherum punctatum</i>	cravo de uruu
<i>Blainvillea rhomboides</i>	
<i>Lagacea mollis</i> hoja	ceniza - acati - chinciguete
<i>Datura stramonium</i>	chamico - tapa - hierba hedionda - hierba del diablo
<i>Solanum</i> spp.	hierba mora - tomatillo - herva - moura - pinta more
<i>Thitonia</i> spp.	girasol - chontol
<i>Anoda cristata</i>	botón malva - quesillo - malva bvsc
<i>Shistocarpa bicolor</i>	pajón
<i>Euphorbia hirta</i>	golondrina - guión - pimpinella - mal casado - lechera - hierba de golondrina
<i>Tridax procumbens</i>	hierba de toro - mata - gusano - hierba de gusano
<i>Baltimora recta</i>	flor amarilla - mirasol
<i>Melanthera aspera</i>	botón blanco - hierba de caballo - botoncillo - paira - cabeza negra - totolquelite
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	altamisa - artemisa
<i>Polygonum segetum</i>	barbasco - gualola - corredera
<i>Oxalis corniculata</i>	trébol - acedecilla - vinagrillo - platanito - chinchu fuerte
<i>Galinsoga ciliata</i>	botoncillo - guasca - mielcilla - pacuyuyo - mal yerba
<i>Senecio vulgaris</i>	cineraria - yuyito
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	bolsa del pastor - pan con queso - calzoncita
<i>Urtica urens</i>	ortiga blanca - ortigo
<i>Brassica campestris</i>	mostaca - alpiste - nabo colza
MONOCOTILEDONEAS	
GRAMINEAS	
<i>Pennisetum clandestinum</i>	kikuyo - pasto kikuyo
<i>Leptochloa filiformis</i>	plumilla - paja mora - cola de zorro - pasto amargo
<i>Isophorus unisetus</i>	hatico - zacate de aguja - pasto hondureño - zacate blanco
<i>Eragrostis pectinacea</i>	zacati liendrilla
<i>Cenchrus brownii</i>	mozote - abrojo - olatillo
<i>Cenchrus echinatus</i>	carranpicho de roseta
<i>Digitaria ciliaris</i>	sale - pangola - criollo - guara rocío - yerba de conejo
<i>Digitaria horizontalis</i>	
<i>Digitaria sanguinalis</i>	
<i>Eleusine indica</i>	pata de gallina - zacate burro - gramilla capin pe de gallina
<i>Setaria verticillata</i>	pega pega - cola de zorro - yerba de zorro
<i>Setaria geniculata</i>	

Nombre científico

Nombre común

<i>Panicum maximum</i>	cebollena - guinea - saboya - gramalote - grame castilla - capin colonia guine
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	tuquito - manisuris - paja peluda - caminadora - zacate fuego
<i>Imperata cylindrica</i>	vende aguja - tarquesa
<i>Cynodon dactylon</i>	grama - pasto bermuda - gramilla - pasto argentina - barrenillo
<i>Paspalum fasciculatum</i>	pasto negro - zacate amargo - zacate negro - gramalote
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Capin favorito
<i>Echinochloa colonum</i>	hualcacho - arroz silvestre - capitiva - liendrepuerco - arrocillo - zacate zalea - champa
<i>Sorghum halepense</i>	maicillo - pasto Johnson

CYPERACEAE

<i>Cyperus rotundus</i>	coquito - coyolillo - pimentilla - cebollín - chufa - tiririca
<i>Cyperus esculentus</i>	coyolillo - coquito - cortadera - chufa

- El control cultural, o uso de coberturas. Esta técnica además de disminuir el crecimiento de las malezas al impedir el paso de la luz, también sirve de barrera para la diseminación del hongo *T. cucumeris*, causante de la mustia hilachosa, (Aguilar, 1985; Rosado, 1982; Galindo, 1986), conserva la humedad y evita la erosión, aunque favorece el ataque de babosas.
- Control mecánico, que comprende la limpieza manual y el uso de herramientas tiradas por tractor.
- Control biológico, de poco uso.
- Control químico.

Los sistemas de manejo han sido evaluados en diferentes condiciones y sistemas de

cultivo (Morales y Doll, 1975; Fuentes - Delgado *et al.*, 1985; Barrantes *et al.*, 1984; Zamora, *et al.*, 1988). Ciertas conclusiones parecen universales.

En el Cuadro 16 al comparar una y dos deshierbas contra el testigo con control químico no hubo diferencias en los rendimientos. Pero los rendimientos en los tratamientos con dos deshierbas fueron un poco superiores aunque no significativos. La ventaja del sistema químico sobre las deshierbas fue su buen control durante todo el tiempo, mientras que con el sistema de deshierbas solamente se controlaron las malezas a los 20 días de sembrados los cultivos.

Cuadro 16. Rendimiento de maíz y frijol bajo diferentes sistemas de control de malezas *
(Morales y Doll 1975)

Sistemas de Control	Rendimientos			
	Monocultivos		Asociaciones	
	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol
Una deshierba	5.360	1.770	2.700	942
Dos deshierbas	5.540	1.770	2.988	1.028
Testigo químico	5.550	1.800	3.438	967
Testigo enmalezado	1.770	300	1.590	162

* Comprende el promedio del rendimiento/tratamiento de control de malezas.

Según estos resultados Morales y Doll concluyen que:

- Una deshierba en la asociación maíz-frijol es suficiente para obtener buenos rendimientos.
- Reducciones entre un 49 y un 73% de luz disminuyeron en igual forma la producción de materia seca del frijol. Más de un 73% se consideró como factor limitativo y la producción se disminuyó más del 50%.
- Las variedades del frijol de hábito de crecimiento determinado fueron menos sensibles a la disminución de los pesos secos que las volubles.
- El maíz asociado con frijol tuvo más altura, produjo más material y extrajo más fósforo y potasio que cuando estuvo asociado con malezas. El frijol solo o asociado fue la planta más extractora de nitrógeno.
- El bleo fue la maleza que más fósforo y potasio extrajo, cuando creció sola. En las asociaciones con cultivo la batatilla fue la maleza con mayores contenidos de nutrimentos en el follaje.

Los resultados de Fuentes-Delgado *et. al.* (1985) confirman la eficiencia de la deshierba manual en el manejo de malezas. Con la deshierba manual y un aumento en la densidad de siembra (de 125.000 a 250.000 plantas/ha) los rendimientos del frijol fueron cinco veces mayores.

Precauciones para el uso de plaguicidas agrícolas

- Aplique el plaguicida cuando sea estrictamente necesario.
- Lea la etiqueta del envase hasta entender perfectamente las instrucciones.
- Use ropa apropiada y equipo protector.
- Asegúrese de emplear la dosis correcta del producto.
- Calibre correctamente el equipo aspersor.
- Cumpla con el número de aplicaciones recomendadas.
- Asperje y espolvoree a favor del viento.
- Manipule los productos concentrados a campo abierto.

- No coma ni fume durante la aplicación.
- Suspenda el tratamiento con suficiente anterioridad a la cosecha, según las indicaciones técnicas.
- No vierta residuos de productos, ni lave los equipos en aguas para consumo, canales o corrientes naturales.
- Báñese y cámbiese de ropas al terminar la jornada.
- Almacene los plaguicidas fuera del alcance de los niños y animales, y alejados de alimentos, semillas, forrajes y medicinas.
- No transporte plaguicidas junto con alimentos.
- En caso de intoxicación acuda al médico más cercano y lleve la etiqueta del producto con el que se intoxicó.

Resumen de la Secuencia

El manejo integrado de plagas (MIP) es un sistema para combatir los organismos que reducen el rendimiento, de tal manera que no se afecte el equilibrio del sistema.

Podemos considerar como plagas en los cultivos del frijol, las malezas, los insectos, los fitopatógenos, las babosas y en algunos lugares las ratas.

Las malezas son plantas fuera de lugar y su importancia depende de las condiciones agroecológicas en que se encuentren y el sistema de cultivo. La intensidad de la competencia depende de varios factores: especies de malezas, grado de infestación, fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, la altura y hábito de crecimiento del cultivo y la variedad. Según el CIAT el período crítico de competencia comprende de los 10 a los 30 días después de emergencia. Los métodos de control son el cultural, el mecánico, el biológico y el químico.

Las plagas pueden ser aquellas que atacan las raíces (*Phyllophaga* sp., coralillo, etc.) el follaje y el tallo (babosas, crisomélidos, empoasca, *Bemisia tabaci* y otra), la vaina (*Apion godmani*, *Heliothis* sp. etc.) y los granos

(*Zabrotes subfaciatus*). Para realizar el control es necesario considerar los niveles críticos.

Las enfermedades más comunes en América Central son: el mosaico dorado, el mosaico común, la roya, la bacteriosis común, la mustia hilachosa y la antracnosis. Uno de los pasos más importantes para el manejo de la enfermedad es su identificación. Una vez identificada, se procede a esbozar un plan o una estrategia de control.

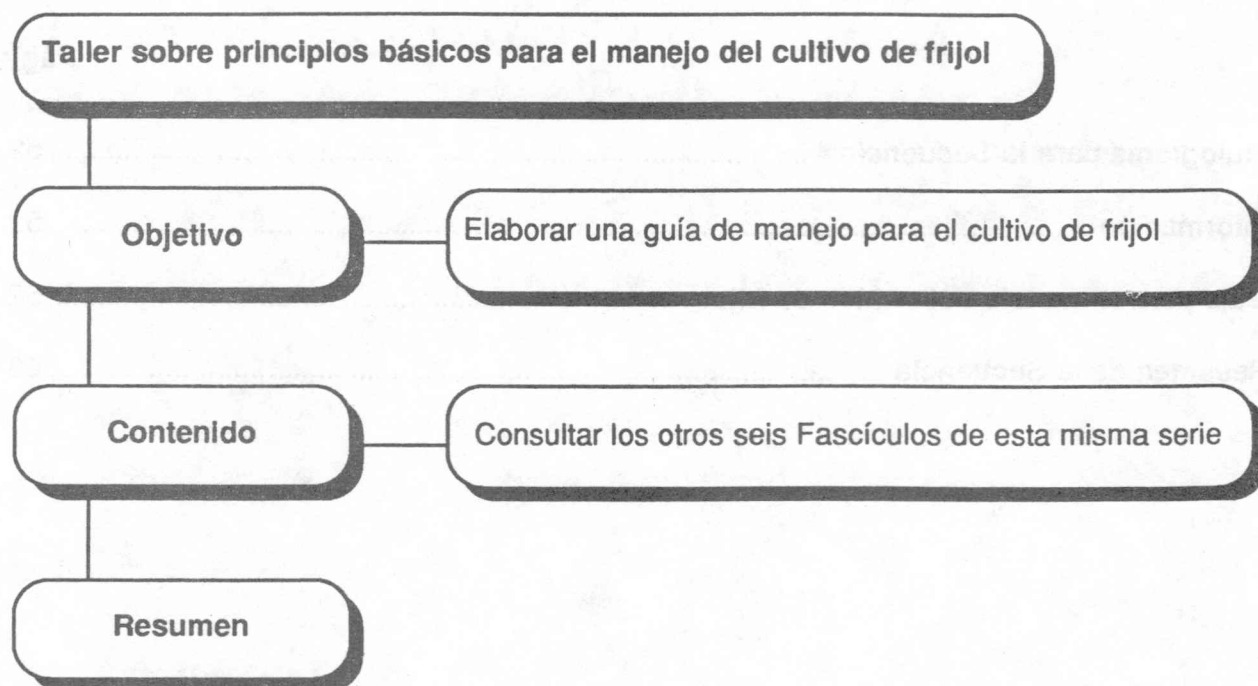
Existen varios métodos para controlar y manejar las enfermedades de las plantas: métodos regulatorios, prácticas culturales, prevención de la enfermedad, control químico y resistencia genética.

Para su seguridad es importante considerar las precauciones generales que se dan para el uso de plaguicidas agrícolas.

Secuencia 4 . Taller sobre principios básicos para el manejo del cultivo de frijol

	Página
Flujograma para la Secuencia 4	52
Información	52
Guía para el manejo del cultivo de frijol	52
Resumen de la Secuencia	53

Flujograma para la Secuencia 4



Información

Guía para el manejo del cultivo de frijol

Para hacer recomendaciones sobre el manejo agronómico de los lotes de frijol, los extensionistas deben conocer, entre otros:

- La historia del lote
- Insectos y enfermedades de la zona
- Fertilidad del suelo
- Topografía del lote
- Clima (principalmente temperatura y precipitación)

Esta información ayuda a establecer qué labores son más convenientes que otras para decidir cuáles se incluyen en la planificación. Por ejemplo, la labranza cero habría que recomendarla en el caso de presencia de mustia hilachosa, pero se cambiaría por otra si se ha registrado ataque de babosas. También

es importante conocer la influencia del clima en las enfermedades (Anexo 10): temperaturas bajas favorecen la antracnosis y temperaturas altas al añublo común. Por otra parte, la humedad relativa alta favorece a la mustia y la baja al añublo común. Así como éstas se pueden citar muchas otras interacciones que son de importancia para elaborar un buen plan de manejo. Pero al lado de estos factores importantes hay otros que son fundamentales porque están relacionados con las condiciones que exige la planta de frijol para desarrollarse y producir granos.

Además de las condiciones sanitarias, algunas de las cuales ya se han mencionado, también favorecen el desarrollo de la planta de frijol los siguientes factores:

La altura (en el trópico) de 0 - 3000 msnm

La temperatura de 15 a 27°C

La precipitación de 250 a 400 mm

Los suelos:

- Profundidad: 1 m
Textura: Franco - arcillo - limoso a franco
Salinidad: < 2 mmhoms/cm a 25°C
pH: 5.5 a 7.0
Media a alta fertilidad y buen drenaje

De la misma manera puede anotarse que el desarrollo de la planta es afectado por altas concentraciones de aluminio y manganeso en el suelo y por las deficiencias de boro, fósforo y magnesio. Hay muchos otros factores que se deben conocer, como la canícula (período seco en centroamérica), las relaciones de insectos vectores con enfermedades (hoja blanca y mosaico dorado), la propagación de plagas y enfermedades y las prácticas que las reducen (rotación, semilla limpia, arada profunda, etc.). Estos y otros factores se discuten en las otras Unidades de esta serie. Se recomienda, entonces, estudiar esos contenidos antes de empezar el desarrollo de este taller.

Resumen de la Secuencia

El frijol se cultiva en el trópico y en la zona templada a altitudes que van de 0 a 3.000 msnm y a temperaturas entre 15 a 27°C.

Se puede lograr buen rendimiento en el trópico con precipitaciones entre 250 y 400 mm.

Las condiciones óptimas de suelo para el cultivo de frijol son: profundidad efectiva: 1.0 m; textura, franco-arcillo-limoso a franco; media a alta fertilidad y pH de 5.5 a 7.0 El frijol es sensible a altas concentraciones de aluminio y de manganeso y a la deficiencia de boro. El frijol está considerado como sensible a la salinidad, más de 2.0 mmhos/cm a 25°C causan disminución en el rendimiento.

Anexo 1. Definiciones básicas de los patrones y sistemas de cultivo (CIAT, 1986)¹

Sistema de finca: es uno o más cultivos y/o actividades pecuarias bajo el manejo de un agricultor.

Patrón de cultivos: es la secuencia anual temporal y espacial de cultivos, o de cultivos y barbecho, de una área en particular.

Sistema de cultivo: es un patrón de cultivo utilizado en una finca y sus interacciones con los recursos y otras actividades de la finca, así como con la tecnología disponible.

Cultivo múltiple: es la intensificación temporal y espacial de los cultivos; es la producción de dos o más cultivos en la misma área durante el mismo año. Hay dos tipos de cultivos múltiples el secuencial y el asociado.

Cultivo secuencial: es la intensificación del cultivo en la dimensión tiempo. Incluye la producción de dos o más cultivos por año, en secuencia, en el mismo campo. La siembra de un solo cultivo a su densidad normal se llama monocultivo. El cultivo que sigue se siembra después de la cosecha del cultivo anterior. Este sistema de cultivo no implica ninguna interferencia entre las diferentes especies. La acumulación de materia seca de cada cultivo es prácticamente independiente de la de los otros cultivos.

Los cultivos secuenciales incluyen algunos sistemas como:

- **Soca o retoño:** es el cultivo del rebrote del cultivo anterior después de la cosecha. Es usado en arroz.
- **Monocultivo:** es la siembra repetida de un solo cultivo en el mismo terreno.
- **Rotación:** es la siembra cíclica de una serie

de cultivos, que puede incluir un período de descanso, en el mismo terreno durante varios años.

Cultivos asociados: es la intensificación de los cultivos tanto en el tiempo como en el espacio. Consiste en la siembra de dos o más cultivos simultáneamente, o con un traslape en los ciclos vegetativos, en el mismo terreno, lo que origina diferentes grados de interferencia entre las especies. Los cultivos asociados incluyen algunos sistemas, como los siguientes:

- **Cultivo en relevo:** que consiste en la siembra del segundo cultivo entre la floración y la cosecha del primero. La interferencia entre los cultivos puede ser ligera.
- **Cultivo en franjas:** consiste en sembrar simultáneamente las especies que se van a asociar, disponiéndolas en bandas lo suficientemente anchas para permitir el cultivo independiente de cada una, pero al mismo tiempo lo suficientemente estrechas para que ellas interactúen agronómicamente.
- **Cultivo en surcos:** es la siembra simultánea de las especies en arreglos definidos de surcos. Se puede esperar alguna competencia entre las especies por luz, nutrimentos y agua. El grado de competencia dependerá del número de hileras de cada cultivo y la distancia entre ellas.
- **Cultivo mixto:** consiste en sembrar dos o más especies simultáneamente en forma irregular, sin patrón definido de siembra. Las semillas de los cultivos pueden ser sembradas al voleo, o juntas en un mismo hoyo. Se puede esperar fuerte competencia entre los cultivos.

¹ Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1986. Principles of intercropping with beans; study guide to be used as a supplement to the audiotutorial unit on the same topic. Scientific content: Jeremy Davis, J.B. Smithson. Production: Oscar Arregocés. Cali, Colombia. CIAT. 40 p. (Series 04EB-12.05).

Anexo 2. Factores de conversión de miliequivalentes por 100 gramos de suelo (me/100g) a kilogramos por hectárea (kg/ha) para varias densidades aparentes (Flor, 1985)¹

Densidad aparente g/cm	me/100 gr - a kg/ha		
	K	Ca	Mg
	Multiplicar por		
0.5	390	200	120
0.6	468	240	144
0.7	546	280	168
0.8	624	320	192
0.9	702	360	216
1.0	780	400	240
1.1	858	440	264
1.2	936	480	288
1.3	1014	520	312
1.4	1092	560	336
1.5	1170	600	360
1.7	1326	680	408
1.8	1404	720	432

¹ Flor, M. C.a. 1985. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol. En: Frijol: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. PNUD/CIAT pp. 286-312.

Anexo 3. Contenido de nutrimento en varios abonos comunes en Colombia, preparado por Howeler, CIAT, 1981 (Tomado de Flor, 1985)¹

	N	P*	K*	Ca	Mg	S
Urea	45	-	-	-	-	-
Sulfato de Amonio	20.5	-	-	-	-	23
Nitrón 26	23	-	-	14	-	-
Superfosfato triple	-	20	-	20	-	-
Superfosfato simple	-	7	-	37	1	12
Escorias Thomas	Aprox	6.5	-	30	-	-
Fosforita Huila	"	8	-	20	8	-
Roca fosfórica pesca	"	8	-	-	-	-
Fosfato de magnesio fundido	-	25	-	-	-	-
Cloruro de potasio	-	-	50	-	-	-
Sulfato de potasio	-	-	42	-	11	18
Sulfomag	-	-	18	-	10	22
Sulfato de Magnesio	-	-	-	-	32	13
Oxido de magnesio	Aprox.	-	-	-	-	-
Yeso comercial	"	-	-	14-17	-	10-13
Cal dolomítica	"	-	-	25-30	7-12	-
15-15-15	-	6.5	02.5	-	-	-
14-14-14	-	6.1	11.7	-	-	-
10-20-20	-	8.7	16.7	-	-	-
10-20-10	-	13.1	8.3	-	-	-
Estiércol de ganado (seco)	Aprox.	0.6	1.7	2.9	0.6	-
Gallinaza (seco)	"	1.3	2.0	7.7	0.7	-
Cachaza (seco)45	"	2.4	0.4	6.7	0.9	-

Nota: P y K en forma elemental; para convertir: $P_2O_5 = P \times 2.29$
 $K_2O = K \times 1.20$

¹ Flor, M. C.a. 1985. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol. En: Frijol: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. PNUD/CIAT pp. 286-312.

Anexo 4. Reacción de las variedades predominantes en Panamá y Nicaragua a diferentes organismos patógenos

País-Variedad	Reacción a				Refer.
	Mosaico dorado	Mustia	Antracnosis	Añublo común	
Panamá					1
Chileno		T			
Rosado		S			
Mantequilla		T			
Calima		S			
Nicaragua					2
79	R	T	-	S	
79A	R	R	-	S	
81	R	T	-	S	
82	R	T	-	-	
83	R	-	S	S	
83A	R	S	-	S	
84	R	T	T	T	
84A	R	T	-	-	
85	R	T	-	-	
México					3
Pimono 78	R				
Peruano P80	R				
Azufrado 200	R				
Azufrado 100	R				
Azufrado					
Amarillo 33	S				
Azufrado regional	S				
Canario 78	S				
Canario 72	S				
Mochis-440	T				
Canario 101	S				
Negro Nayarit	S				
Negro Sinaloa	S				
Sataya 425	T				
Jamapa	S				

R: Resistente S: Susceptible T: Tolerante

Anexo 5. Características de las zonas climáticas en América Central (CIAT, 1989)¹

En América Central se identifican y caracterizan cuatro zonas ecológicas: trópico húmedo intermedio, trópico seco bajo y trópico húmedo de altura (Cuadro A5). Debido a que muy poco frijol se cultiva en el trópico húmedo bajo, a continuación se describirán únicamente las zonas más importantes en relación con el cultivo del frijol.

Trópico húmedo intermedio

Esta zona se caracteriza por estar situada a una altura de 600-1500 msnm, con una precipitación de 1300-2500 mm anuales y una temperatura media de 20-24°C.

Entre los cultivos más importantes se encuentran granos básicos, café, caña de azúcar, hortalizas y frutales.

Trópico seco bajo (semiárido)

El trópico seco bajo está situado entre 0-100 msnm, con una precipitación entre 1000 y 1800 mm y temperatura media entre 23 y 27°C durante todo el año. Son propias de estas regiones, zonas con características semiáridas (más de cinco meses de sequía), con topografía relativamente plana y de laderas. La topografía plana corresponde a llanuras donde predominan cultivos como sorgo, maíz, arroz, algodón, tabaco, frijol, melón, papaya y sandía y donde también se desarrollan algunas explotaciones ganaderas.

En los pies de montaña se ejerce mucha presión sobre la tierra, desarrollándose cultivos intensivos de ladera como el maíz y el frijol.

Generalmente en estas zonas los suelos son pobres y erosionables, con capas arables poco profundas.

Trópico húmedo de altura

El trópico húmedo de altura se encuentra situado a una altura entre los 1500-2500 msnm, con una precipitación promedio de 500 a 1500 mm y una temperatura de 10-18°C como promedios anuales.

Aún cuando las malezas tienen una amplia capacidad de adaptación a las variables climáticas y edáficas, sin embargo, algunas tienden a ser preponderantes en determinadas zonas ecológicas.

La caracterización de las zonas dedicadas al cultivo del frijol en América Latina se hace con base en la altura sobre el nivel del mar y la precipitación, cual intensidad y distribución determinan las épocas secas y húmedas. Este factor climático es importante, debido a que el comportamiento de las lluvias durante el ciclo del cultivo y la duración de la época seca influyen en la dinámica de las malezas. El momento oportuno de ejecutar las labores agrícolas y las prácticas de control de las malezas que afectan el cultivo, están condicionados por la precipitación.

La gran diversidad de características ecológicas encontradas en las áreas dedicadas al cultivo del frijol en América Latina, favorece la presencia de un gran número de especies de malezas en este cultivo.

¹ Flor, M., C.A. 1985. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. Referencias de los Cursos de Capacitación sobre Frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado por: Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. PNUD/CIAT. pp. 287-312.

Las malezas tienen una importancia relativa, dependiendo de las condiciones agroecológicas donde se encuentren. Una maleza puede tener mucha importancia bajo ciertas condiciones y muy poca o ninguna en otras.

Un listado general de las malezas frecuentes en las distintas áreas dedicadas al cultivo del frijol en América Latina se presenta en la guía de estudio "Las malezas en el cultivo del frijol en América Latina" (CIAT, 1989)

Cuadro A5. Caracterización de las zonas ecológicas

Area ecológica	Altitud msnm	Precipitación mm anuales	Temperatura T°C	Zonas de vida representadas ¹	Otras características
Trópico húmedo bajo	0-500	2500	25°C	Bosque húmedo tropical (bh-T) Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	
Trópico seco bajo (semiárido)	0-1000	1000-1800	23-27°C	Bosque seco tropical (bs-T) Bosque seco premontano (bs-P) Bosque húmedo premontano (bh-P)	Canícula interestival prolongada y errática
Trópico húmedo	600-1500	1300-2500	20-24°C	Bosque húmedo premontano (bh-P) Bosque muy húmedo premontano (bmh-P)	Canícula intermedio leve
Trópico húmedo de altura	1500-2500	500-1500	10-18°C	Bosque seco montano Bosque húmedo montano bajo (bh-MB)	Canícula leve

¹ Se deben considerar las zonas transicionales

Anexo 6. Control y manejo de las enfermedades

Cuadro A6.1 Interacción agente patógeno - tipo de clima

Enfermedades	Clima cálido	Moderado	Frío
Virosis			
Mosaico común (BCMV)	X		
Mosaico dorado (BGMV)	X		
Bacterianas			
Bacteriosis común	X		
Añublo de halo			X
Fúngicas			
Antracnosis			X
Mancha angular		X	
Roya	X		
Mustia hilachosa	X		
Pudriciones radicales	X		X
Ascochyta			X
Phytophthora			X
Moho blanco			X

Pero es posible encontrar en una misma zona y en un mismo campo y aún en la misma variedad ataque de bacteriosis, añublo de halo, antracnosis, roya y mancha angular.

Cuadro A6.2 Métodos de muestreo y niveles de daño económico de las plagas del frijol¹

Plagas	Muestreo			Epoca	NDE
	Técnica	Unidad	Número		
1. <i>Phyllophaga</i> sp.	Suelo	30x30x20 cm	10	Antes siembra	0.25 L ₃ 0.50 L ₂
2. <i>Vaginulus</i> sp.	Observación Marco Trampa	plántula 1 m ² trampa	100 20 20	Plántula Antes siembra	5% 0.2 0.4
3. <i>Elasmopalpus</i> sp.	Suelo Observación	30x30x20 cm plántula	10 100	Antes siembra Plántula	0.5 5%
4. Elatéridos	Trampa	Trampa	10	Plántula	0.4
5. Crisomélidos	Suelo	30x30x20 cm	10	Antes siembra	-
6. Gusanos cortadores	Suelo Observación	30x30x20 Plántula	10 100	Antes siembra	0.2 5%
7. Crisomélidos	Observación Observación	Plántula Planta	20 20	V2, V3, R6	2 4
8. <i>Epilachna</i> sp.	Observación	Plántula Planta	20 20	V2, V3, R6	1.5
9. <i>Empoasca</i> sp.(ninfa) (ninfa) (adulto) (adulto) (adulto)	Observación Observación Sacudir - contar	Trifolio Trifolio Planta	20 20 20 20	V2 - V5 - R6 Plántula Crecim. veget. Florac - Fruct.	2 3 1 2 3
10. Apión	Manta	4 m lineales	10	Floración	4
11. Heliothis	Observación	vaina	100	Vainas	3 1/2
12. Bruchidos	Observación	vaina	20	Cosecha	-
13. <i>Bemisia</i> sp.	Observación	planta	20	Planta	-
14. Minadores	Observación	Trifolio	20		-
15. Pulgones	Observación	Planta	20		-
16. Arañas	Observación	Planta	20		-

¹ Tomado de Cardona (1989) y Hallman (1989)

Cuadro A 6.3 Recomendaciones químicas para controlar enfermedades del frijol

Enfermedades	Productos químicos		Dosis Ingrediente activo	Comentarios
	Nombre común	Nombre comercial		
Antracnosis	Zineb Captafol Benomyl Carbendacin	Dithane Z-78 Difolatan 80 Benlate 50W Derosal	2.4 g/l 1.5 kg/ha 0.6 g/l 12 g/12 l	Riego foliar, semanal Riego foliar cada 10-14 días Riego foliar cada 7-12 días Riego foliar cada 7-12 días
Ascochyta	Zineb Benomyl Carbendacin Chlorothalonil	Dithane Z-78 Benlate 50W Derosal Daconil 2787	2.4 g/l 0.6 g/l 12 g/12 l 2.3 kg/ha	Riego foliar, semanal Riego foliar cada 7-12 días Riego foliar cada 7-12 días Riego foliar semanal
Mancha angular	Benomyl Thiophanate Zineb Bavistin	Benlate 50W Cercobin 50W Dithane Z-78	0.6 g/l 2.0 g/l 2.4 g/l 25 cc/12 l	Riego foliar, cada 7-12 días Riego foliar semanal Riego foliar semanal Riego foliar semanal
Mustia hilachosa (<i>T. cucumeris</i>)	Maneb Benomyl Derosal Brestan Difolatan	Manzate Benlate Carbendazin Captafol	0.55 g/l 0.5 k/ha 1.0 k/ha 0.8 k/ha 3.4 k/ha	Al follaje Al follaje Al follaje Al follaje Al follaje
Moho blanco (<i>S. sclerotiorum</i>)	Benomyl Dicloran PCNB	Benlate Botran Brassicol	0.55 g/l 1.6 g/l 6.0 kg/ha	Riego foliar semanal Al follaje Al suelo
Mancha redonda (<i>C. weimarii</i>)	Benomyl	Benlate	0.55 g/l	Riego foliar semanal
Mancha por Alternaria (<i>Alternaria</i> spp.)	Clorotalomil Tiofanato Zineb	Daconil Cercobin Dithane	2.3 kg/ha 2.0 g/l 2.4 g/l	Al follaje Riego foliar semanal Riego foliar semanal
Añublo común (<i>X. phaseoli</i>)	Sulfato de cobre Hidróxido de cobre Kocide			Al follaje
Añublo de halo (<i>P. phaseolica</i>)	Sulfato de cobre Óxido cúprico			Al follaje Al follaje
Chancro o Pudrición (<i>R. solani</i>)	PCNB Denosan Benomyl Vitavax	Brassicol Chloroneb Benlate Carboxin	0.55 g/l 5.0 g/kg	Tratamiento semilla Al suelo Al follaje Semilla
Marchitamiento (<i>F. oxysporum</i>)	Naban PCNB Benomyl Difolatan Busan	Celezan Brassicol Benlate Captafol Captafol	2.5 g/kg 11.0 kg/ha 0.5 kg/ha 4.7 l/ha 2.4 l/ha	A la semilla Al follaje Al suelo en siembra Al suelo en siembra Al suelo en siembra

Anexo 7. Bibliografía

- ACOSTA, M.A.; SILVERA, G.A.; RUÍZ, J.C. 1983. Guía para el productor de poroto. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 19 p.
- AGUILAR, G.J. 1985. Control de malezas, hierbas y mustia hilachosa en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); bajo dos sistemas de labranza. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. 76 p.
- AJQUEJAY, S. 1980. Efecto de la densidad y la fertilización en seis genotipos diferentes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sur-oriente de Guatemala. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 72p.
- ALAN, D. 1983. Plant diversity and insect populations: Interaction among beans, weeds and insects. Tesis Ph.D. Universidad de Cornell. p.
- ALTIERI, M. A. 1983. Agroecología. Bases científicas de la Agricultura alternativa. Centro de Estudios en Tecnologías apropiadas para América Latina, CETAL - Chile. 184p.
- AMADOR, M. F. 1980. Comportamiento de tres especies (maíz, frijol, calabaza) en policultivos en la Chontalpa, Tabasco, México. Tesis Ing. Agr. Cárdenas, Tabasco, Colegio Superior de Agricultura Tropical, 82p.
- ANDREW, K.L. 1984. El Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Cultivos Agronómicos, hortícolas y frutales. Proyecto Manejo Integrado de Plagas en Honduras. Trabajo cooperativo E.A.P./ A.I.D.
- ARIAS, J.; SUESCUN G. J.; MUÑOZ R. 1985. El asocio papa x frijol arbustivo: influencia del genotipo del frijol con tres poblaciones en su productividad. Revista ICA 18:411 - 418. Esp., Res. Esp., Ingl., 8 Refs., Ilus. [Ins. Colombiano Agropecuario, Programa de Cultivos Múltiples, Tibaitatá, Apartado Aéreo 151123, El Dorado, Bogotá, Colombia]
- BARRANTES, J. ; GONZÁLEZ M., W; SOTO A., A.; ARAYA, R.V. 1984. Evaluación del control químico de malezas y la fertilización nitro-fosfórica en la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bol. Tec. Est. Baudrit 17 (4): 12-21.
- BENAVIDES, G.J. 1969. Zonificación de *Phaseolus vulgaris* en función de su régimen hídrico. Agronomía Tropical, Venezuela. 19(3):197-203.
- BONILLA, P. ; BECERRA, E.; ARAYA, C.; LARA, J. ; VERNET, J. 1990. Principales enfermedades del frijol y su manejo. Unidad instruccional. Bárcenas, Guatemala.
- BURITY, H.A.; ZAFFARONI, E. ; SHENK, M. ; LOCATELLI, E. 1980. Efecto en el suelo y en los rendimientos de los sistemas Yuca (*Manihot esculenta* Crantz y yuca Asociada con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de cinco manejos previo a la siembra en Turrialba, Costa Rica. Trabajo presentado en la XXV Reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de cultivos Alimenticios - PCCMCA - Tegucigalpa, Honduras. 1979. Documento 21 p.

CAMPOS E., A.E. 1980. Efecto de la fertilización y densidades de población en el rendimiento de la asociación maíz - frijol en los Altos de Jalisco. Tesis Ing. Agr. Chapingo, México, Universidad Autónoma. 158p.

CARDONA, A.; L. H. CAMACHO ; S.H. OROZCO. 1958. Diacol Nima variedad mejorada del frijol. Minagricultura Colombia. Bol. div. No.8. 24 p.

CARDONA, H. 1983. Evaluación de los sistemas de labranza: manual, tracción animal, micro/tracción mecanizada y cero, en frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en pequeñas extensiones. Tesis Ingeniero Agrónomo Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 57 p.

CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1976. Sistemas de producción del frijol. CIAT, Cali, Colombia. 64p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. Manejo y Control de las Malezas en el Cultivo del Frijol: Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Jerry Doll. Producción: Cilia L. Fuentes de Piedrahita. Cali, Colombia. CIAT. 71 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1981a. La antracnosis del frijol y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Howard F. Schwartz, Marcial Pastor Corrales, Fernando Correa V. Producción: Héctor Fabio Ospina. Cali, Colombia. CIAT 27 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1981. Bean Diseases Caused by Fungi an their control; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Howard F. Schwartz. Producción: Héctor Fabio Ospina. Cali, Colombia. CIAT 50 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Etapas de desarrollo de la planta del frijol común; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Fernández, Fernando; Gepts, Paúl; López, Marceliano. Producción: Ospina O. Héctor F. Colaboración: Hidalgo, Roberto. Cali, Colombia. CIAT. 26p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1985. CIAT Informe 1985. Cali, Colombia. 102 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1986. Principles of intercropping with beans; study guide to be used as a supplment to the audiotutorial unit on the same topic. Scientific content: Jeremy Davis, J. B. Smithson. Production: Oscar Arregocés. Cali, Colombia. CIAT. 40p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales (Comps). Cali, Colombia. 56 p.

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1988. Conceptos básicos de la fisiología del frijol; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: J.W. White. Producción: Clemencia Gómez de Enciso y Carlos Valencia G. Cali, Colombia. CIAT. 56 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1989. Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Arroz; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: George Weber. Producción: Carmen Llanos, Cali, Colombia. CIAT. 69 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1989. Las Malezas en el Cultivo del Frijol en América Latina: guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Ramiro de la Cruz. Producción: Fernando Fernández O., Clemencia Gómez de Enciso. Cali, Colombia. CIAT. 40 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1989. El lorito verde del frijol (*Empoasca kraemerii* Ross & Moore) y su control: guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: César Cardona M., María Luisa Cortés. Producción: Carlos A. Valencia, Héctor F. Ospina. Cali, Colombia. CIAT, 49 p.
- CEREZO, V., C.A. ; PRATI V., L.F. 1985. Efecto del tipo de cama en la salinidad de un suelo cultivado en frijol y regado por gravedad. Tesis Ing. Agr. Palmira. Universidad del Valle. Universidad Nacional de Colombia. 196p.
- CIFUENTES, V., F.R. 1984. Evaluación del efecto de Nitrógeno y Fósforo sobre los sistemas maíz-frijol-sorgo y frijol-sorgo, en el sur-oriente del país. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de agronomía, Guatemala.
- CORONA G., P.M. 1978. Evaluación conjunta de ocho factores de la producción en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando un experimento factorial 2ⁿ. Tesis Ing. Agr. Chapingo, México, Universidad Autónoma. 142p.
- CHUELA B., M. 1984a. Determinación de la dosis óptima económica de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población en el cultivo frijol. En: Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío, México. Programa del frijol. Informe Anual de Investigación del Grupo Interdisciplinario del frijol 1983. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. pp 48-53.
- CHUELA B., M. 1984b. Determinación de la dosis óptima económica de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población en la asociación maíz- frijol. En Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío. México. Programa del frijol. Informe Anual de Investigación del Grupo Interdisciplinario del frijol 1983. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. pp 160-165.
- DAVIS, J.H.C. ; GARCÍA, S. 1983. Competitive ability and growth habit of indeterminate beans and maize for intercropping. *Field Crops Res.*, 6: 59-75.

- DAVIS, J.H.C. 1985. Interacciones de genotipos por sistema de cultivo en frijol y maíz. En: Frijol: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de Capacitación sobre Frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y Editado por: Marceliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonhoven. PNUD - Ciat. Pg. 127-142
- DEBOUCK, D. G. ; HIDALGO, R. 1985. Morfología de la planta de frijol común. IN: Frijol: Investigación y producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y Editado por: Marceliano López, Fernando Fernández y Art Van Schoonhoven. PNUD-CIAT. pp. 7-41.
- DE COCK, R.; ARENS, P.L. ; ARREGOCES, O. ; PINNEL, J. ; SCAVAZZON, R. ; VARGAS, L. y WING, H. 1974. Producción de Habichuela, PNUD-FAO-ONU. Informe Técnico 18. Santiago, República Dominicana. 58p.
- DEL VALLE B., R.; TURRENT F., A.; VOLKE H., V.; ALCALDE B., S. 1979. El surco doble de maíz - frijol asociados (0.4 m entre pares de surcos), una alternativa para intercalar trigo en las calles anchas de dos metros con genotipos adecuados para condiciones de agricultura de temporal con minifundio y escaso capital de inversión. *Agrociencia* 38:101-113
- DIAZ, A.; CASTILLO, J.J. 1981. Aplicación de riego al frijol de acuerdo con las diferentes fases de desarrollo. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 16p.
- DIAZ, A.; CASTILLO, J.J. 1982. El riego del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en CIAT. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Seminarios internos. Serie SE-10-82. 13 p.
- DONEEN, I.D. 1972. Práctica del riego y ordenación de aguas. Estudio FAO: Riego y drenaje. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma p. 14.
- DURAN, A., E. y CABALLERO, A. 1983. Resumen de la investigación en niveles de nitrógeno y fósforo en el cultivo del frijol rojo en la zona frijolera de Olancho. Trabajo presentado en la XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de los cultivos Alimen.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS 1975. Manual de conservación de suelos de ladera, Colombia. CENICAFE. Chinchiná, Caldas. 267 p.
- FERNÁNDEZ, F; GEPTS, P. ; LÓPEZ, M. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. IN: Frijol: Investigación y producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y Editado por: Marceliano López, Fernando Fernández y Art van Schoonhoven. PNUD-CIAT. pp. 61-78.
- FERNÁNDEZ DE C., F.; GEPTS, P. ; LÓPEZ, M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 34 p.
- FLOR, C. A. 1985. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. Referencias de los Cursos de Capacitación sobre Frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y Editado por: Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. PNUD/CIAT. pp. 287-312.
- FOSTER, A.B. 1964. Approved Practices in Soil Conservation. The Interstate, Printers & Publishers, Inc. Danville, Illinois. 384 p.

- FRANCIS, C.A.; PRAGER, M., LAING, D.R.; FLOR, C.A. 1978. Genotype x Environment Interaction in Bush Bean cultivars in Monoculture and Associated with Maize. *Crop Sci.*, 18:242 - 246.
- FRANCIS, C.A. PRAGER, M. ; TEJADA, G., 1982. Density interactions in tropical intercropping. I. Maize (*Zea mays* L.) and climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Field Crops Res.*, 5: 173 - 176
- FUENTES - DELGADO, C.; GONZALEZ - ESPINOZA, M. ; KOHASHI - SHIBATA, J. 1985. Efecto de tratamientos de control sobre las poblaciones y la estructura del gremio de malezas en cultivos del frijol. (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*): II. Efecto sobre el gremio de malezas. *Revista de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal*. Vol. XII. No. 1, 2, 3 y 4. pp. 21-33.
- GALINDO, J.J. 1986. Epidemiología y control de la Mustia hilachosa del frijol en Costa Rica. II Taller de Mustia Hilachosa (*Thanatophorus cucumeris*) San José, Costa Rica. CIAT, Proyecto Regional del frijol para Centroamérica y el Caribe. pp. 69-73.
- GARCIA, S.; DAVIS, J. 1985. Principios básicos de la asociación de cultivos, In: Frijol: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de Capacitación sobre Frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y Editado por: Marceliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonhoven. PNUD-CIAT. pp. 363-370
- GODINEZ A., J.G. 1978. Influencia de las dosis de nitrógeno, fósforo y densidades de población del frijol en la asociación maíz-frijol en parte de la zona IV del Plan Puebla. Tesis Ing. Agr. Monterrey, México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 118p.
- HARTMANN, R.W. 1969. Photoperiod responses of *Phaseolus* plant introduction in Hawaii. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 94 (4): 437-440.
- HERRERA, M.; LIANO G.; A. 1983. Efecto de seis densidades de población y dos distancias entre surcos en el rendimiento de grano del frijol común negro cultivar Pijao. En Tapia B., frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. STI-1. pp 24-25.
- HERRERA, M.; SANCHEZ, R. 1983. Determinación de los niveles óptimos de nitrógeno y fósforo en frijol común negro cultivar Pijao. En Tapia B., H., ed. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. SIT-1. pp 54-55.
- ICAZA, J. 1982. Influencia del cero laboreo en el cultivo del frijol. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Producción Vegetal. 12p.
- IGLESIAS, I.; IRAÑETA, M.; PEREZ, L. 1984. Influencia de la época de siembra en cultivares del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Ciencia y técnica en la Agricultura. Hortalizas, Papa, Granos y Fibras 3(1): 59-67. [Estación Experimental de Granos El Tomeguín, Ministerio de Agricultura, La Habana, Cuba]
- JANSSEN, W. 1988. A socio-economic perspective on earliness in beans. In: Current Topics in Breeding of Common Bean. Proceeding of the International Bean Breeding Workshop. Working Document No. 47. CIAT, Cali, Colombia, pp. 135-155.

- JIMENEZ, R. A., 1977. Los sistemas de cultivos asociados en la República Dominicana. Informe técnico No. 4 Secretaría de Estado de Agricultura, Centro de Desarrollo Agropecuario, Zona Norte (Cenda), Santiago, República Dominicana. 36 p.
- KEMP, G.A. 1973. Initiation and development of flowers in beans under suboptimal temperature conditions. *Canadian Journal of Plant Science*. 53: 623-627.
- LEAL, O. 1983. Fertilización. En: Frijol en el Noroeste de México (Tecnología de producción). Rogelio Lépiz I. y Fco. J. Navarro S. Editores. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. INIA. CIAPAN, Culiapán, México. pp 99-116
- LEPIZ, R. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del frijol. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Publicación Especial No. 83. 68p.
- LEPIZ, R. 1988. The future of small bean producers in Mexico and their relationship with commercial farming. In: Current Topics in Breeding Bean. proceeding of the International Bean Breeding Workshop. CIAT, 1988. Working Document No.47. pp. 351-380.
- LOZANO, J.; RIVERA, E.; ABRUÑA, F. 1983. Effect of season of the year on yields of several varieties of dry beans growing in two ecological regions of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 67(4): 379-385. [Universidad de Puerto Rico, Mayaguez Campus 00708, Puerto Rico]
- MACK, H.H. ; SINGH, J.N. 1969. Effects of high temperature of yield and carbohydrate composition of bush snap beans. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 94: 6—62.
- MALDONADO, M.A. 1980. Evaluación agroeconómica y energética de la capacidad de sustitución de diferentes métodos de labores a distintos niveles de fertilización nitrogenada en sistemas de maíz y frijol. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza 127 p.
- MANJAREZ, S., J.R. ; LOPEZ, L.,J.M. 1983. Uso y manejo del agua. In: Frijol en el noroeste de México (Tecnología de Producción). Rogelio Lépiz I. y Fco. J. Navarro S. Editores. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. INIA. CIAPAN, Culiapán, México. pp 117-133.
- MENDOZA R., J. 1983. Evaluación de la eficiencia de variedades del frijol común y *Phaseolus acutifolium* en suelos con niveles bajos de fósforo y respuestas a la aplicación. In Tapia B., H., ed. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. STI-1. pp 47-49.
- MIER C., R. 1984. Determinación de la fertilización óptima en frijol de temporal. En Centro de investigaciones Agrícolas de El Bajío. México. Programa del frijol. Informe Anual de Investigación del Grupo Interdisciplinario del frijol 1983. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. pp 38-47.

- MONGE, J.M., ARAYA, R. ; GONZALEZ, W. 1987. Evaluación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo el sistema "tapado" en San José, Costa Rica. Boletín Técnico, Estación Fabio Bauduit (Costa Rica) 20 (3): 1-11.
- MORALES, L. ; J. DOLL. 1975. Competencia de malezas en la asociación maíz-frijol. Revista ICA, Bogotá (Colombia). 10 (3): 283-294.
- MORENO D., M.T. 1976. Screening for photoperiod response in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) a report of results from studies conducted while a trainee in bean physiology. Palmira, Colombia, CIAT. 92 p.
- MORENO, R.A. 1979. Algunos sistemas de producción de cultivos anuales de pequeños agricultores en el Istmo Centroamericano. In Curso sobre control integrado de plagas en sistemas de producción para pequeños agricultores, Turrialba, Costa Rica, 1979. Documento presentado. Turrialba, Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Cultivos Anuales. pp. 35-65.
- MORALES, R., C. 1983. Determinación de la densidad óptima de siembra en frijol común *Phaseolus vulgaris* L. En: Tapia B., H., ed. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. STI-1. pp 56-57, 63-64.
- MORALES, R., C. ; MIRANDA E. 1983. Efecto de la densidad de población en siembras de cuatro variedades del frijol común rojo. En Tapia B., H., ed. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. STI-1 pp 58-60
- OROZCO, S.H. 1984. Investigación y producción del frijol, ICTA-CIAT. Guatemala, pp 286-315.
- PADDA, D.S. 1970. Inheritance of photoperiodic response in dry beans. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 30 (2): 465-467.
- PANTOJA L., C.; TURRENT F., A. ; LORA S., R. 1975. Primera aproximación a las prácticas de fertilización y densidad de población de la asociación maíz-frijol en el área de influencia del Plan Puebla (Méjico). Revista ICA, Bogotá (Colombia), 10 (3): 295-306.
- PASTOR C., M.A. 1985. Conceptos básicos sobre patología del frijol. En: Frijol: Investigación y producción. Referencia de los Cursos de Capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: López, M.; Fernández, F. y van Schoonhoven, A. PNUD/CIAT. pp. 145-155.
- PEREZ, A., A. 1979. La fertilización del frijol en la porción central del Valle del Cibao. In: Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, 16 th., Santo Domingo, Rep. Dominicana, 1979. Proceedings, Santo Domingo. pp. 369-379.

- RODRIGUEZ, J.J.; CHAVES, F., C.A.; ARAYA, R.; RIVERA, J. 1986. Distribución de riego por etapas de desarrollo en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Boletín Técnico, Estación Experimental Fabio Baudit, (Costa Rica) 19(4): 9-16.
- ROSADO, M., F. J. 1982. Influencia de la materia orgánica sobre el cultivo del frijol común con énfasis en la incidencia de la Mustia hilachosa (*Thanatophorus cucumeris* Frank Donk) en la Chontalpa Tabasco. Tesis M. Sc. Colegio Superior de Agricultura Tropical. S.A.R.H. Tabasco, México.
- RUIZ, R. O. 1981. Influencia de las arvenses asociadas al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. sobre la incidencia de insectos y enfermedades. Tesis Ing. Agr. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Tabasco, México.
- SALINAS, P., R.A. 1976. Efecto de 4 fechas de siembra en la producción de seis variedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región de General Escobedo, N.L. Tesis Ing. Agr. Monterrey, México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 70p.
- SANCHEZ, G., M.A.; MATA, V. H.; URIBE, V., G.; AGUILAR, C., G.; RODRIGUEZ, R., R. 1984. Guía para producir maíz asociado con frijol IB y calabaza en el sistema Roza-tumba-quema de Yucatán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Mérida, México-Folleto para Productores Número 5.
- SHERROD, D.W. ; H.P. WILSON. 1989. Incidence and control of pests insects in conventional and no-tillage snap beans. J. Entomol. Sci. Vol. 24, No.2. 161-167.
- SOLIS A. , M.A. 1980. Niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo en sistema asociado, maíz-frijol de primera en tres localidades y frijol de segunda en cuatro localidades de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Unviersidad de San Carlos. 59p. Esp., 27 Refs., Ilus.
- SOLIS, M., E.; PAREDES, H. 1983. Control de malezas en frijol común negro. In Tapia B.H., ed. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común negro. En Tapia B.H., ed. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuaria y Reforma Agraria. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. STI-1. PP. 65-67.
- SOTO, A. ; GAMBOA, C. 1984. Competencia entre las malas hierbas y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del cultivar, la población y la distancia entre hileras. Agronomía Costarricense. 8 (1): 45-52.
- TAPIA B., H. ; CAMACHO H., A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. Managua, Nicaragua. GTZ. 181 p.
- THUNG, M. ; ORTEGA, J. ; ERAZO, O. 1985. Tamizado para identificar frijolles adaptados a suelos ácidos. In Frijol: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Interncional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: Marceliano López, Fernando Fernández y Art van Schoonhoven. PNUD - CIAT pp. 313-346.
- TRIPP, R. ; WOOLLEY, J. 1989. La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores: Identificación de factores para la experimentación. México, D.F., y Cali, Colombia: CIMMYT y CIAT.

- VANEGAS, Ch., J. A. 1986. Plant density, row spacing and fertilizer effects in weeded and unweeded stands of common bean, *Phaseolus vulgaris* L. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Husbandry. Report 160.
- VON PLATEN, H. ; H. RODRIGUEZ P. 1982. La producción del frijol tapado en la región de Acosta-Puriscal. Costa Rica. Documento presentado en la XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) en San José, Costa Rica, 1982. Documento 15p.
- WEBSTER, B.D. 1971. Effects of air pollution on the growth and development of beans. In Dry Beans Research Conference, 10 th, Davis, California. 1970. Report Washington, U. S.
- WHITE, J.W. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. In Frijol: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y Editado por Marceliano López, Fernando Fernández y art van Schoonhoven. PNUD - CIAT pp. 43-60.
- ZAMORA, A., GAMBOA, J.C. ; ARAYA, R. 1988. Combate químico de malezas en frijol intercalado con cafeto. Agronomía Costarricense 12(1): 73-79.
- ZEHNI, M.S. ; MORGAN, D.G. 1976. A comparative study of the effects of photoperiod on flower bud development and stem elongation in three varieties of *Phaseolus vulgaris* L. Annals of Botany 40: 17-22.
- ZUÑIGA V., H.; MANTILLA, G., C.E. 1981. Factibilidad agronómica y entomológica en la siembra intercalada caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 78p.

Anexo 8. Copia de las transparencias del instructor

MAF-A Flujograma para el estudio de esta Unidad

MAF-B Objetivo terminal

Secuencia 1

MAF-1 Flujograma Secuencia 1

Secuencia 2

MAF-2 Flujograma Secuencia 2

MAF-3 Métodos de siembra en el cultivo de frijol

MAF-4 Factores para determinar el método de siembra

MAF-5 Factores para un buen desarrollo del cultivo

MAF-6 Fluctuaciones de las poblaciones de empoasca en la variedad, en diferentes épocas de siembra (CIAT, 1989)

MAF-7 Rendimiento de tres variedades de frijol en cuatro épocas de siembra, en El Salvador (América Central)

MAF-8 Factores que influyen en la densidad de población

MAF-9 Efecto de la población de plantas en el rendimiento t/ha de 9 variedades promisorias de frijol en el CIAT

MAF-10 Densidades óptimas de siembra de frijol de diferentes hábitos de crecimiento en tres sistemas de cultivo

MAF-11 Factores que influyen en la fertilización

MAF-12 Contenidos de varios nutrientes de suelos con densidades aparentes de 1.0 a 1.6 (Flor, 1985)

MAF-13 Criterios para fertilizar

MAF-14 Épocas de aplicación de fertilizantes, control de malezas, riego, control de plagas y cosecha, según las etapas de desarrollo del cultivo

Secuencia 3

MAF-15 Flujograma Secuencia 3

MAF-16 Relación de la competencia con otros factores

MAF-17 Influencia del método de control de malezas sobre el rendimiento de maíz y frijol en monocultivo y asociaciones

MAF-18 Diagrama simplificado de Levins de las interacciones en un agroecosistema diversificado

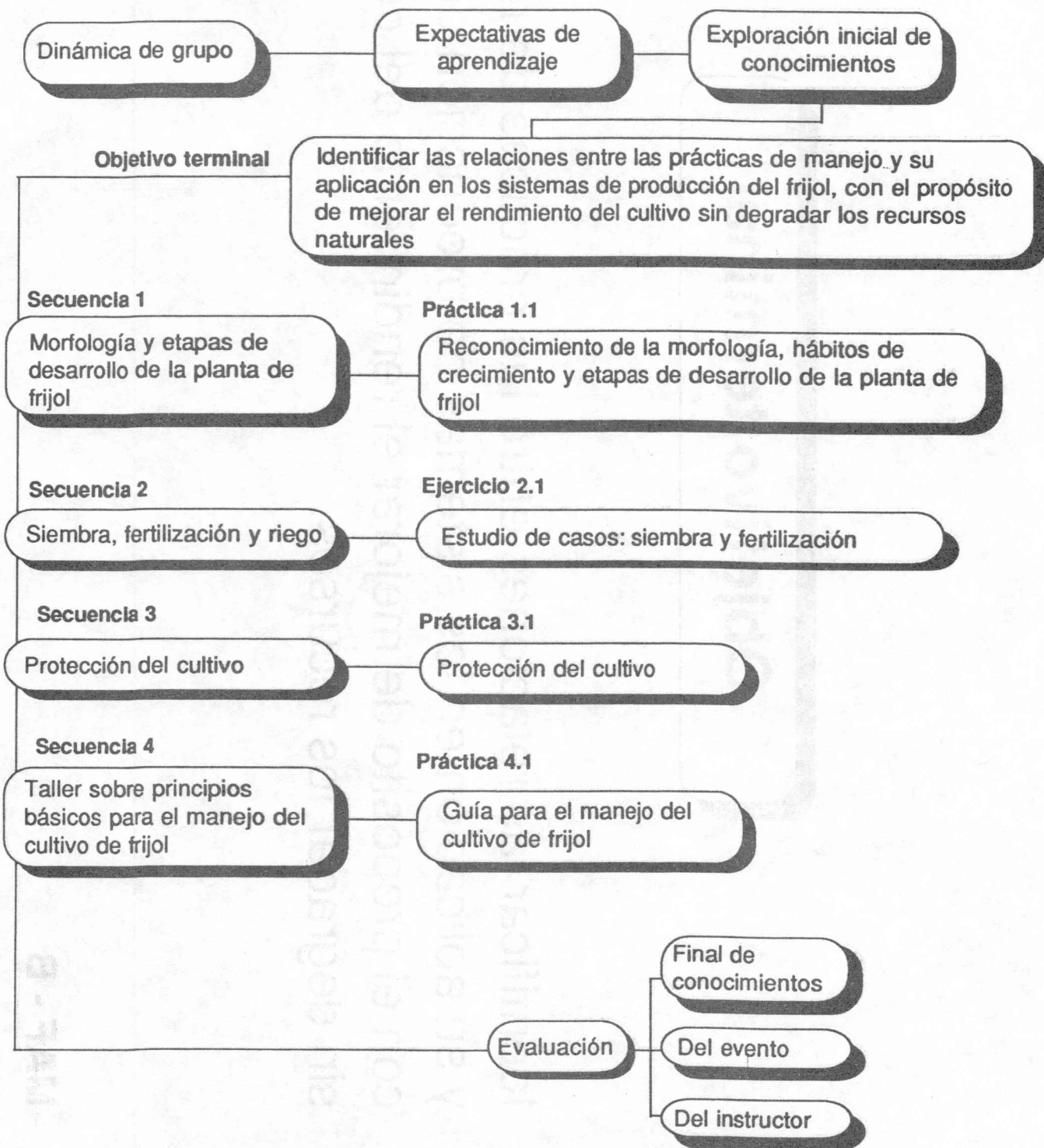
MAF-19 Envenenamiento con insecticidas fosforados

MAF-20 Épocas de evaluación y riesgo de ataque de insectos según las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de frijol

Secuencia 4

MAF-21 Flujograma Secuencia

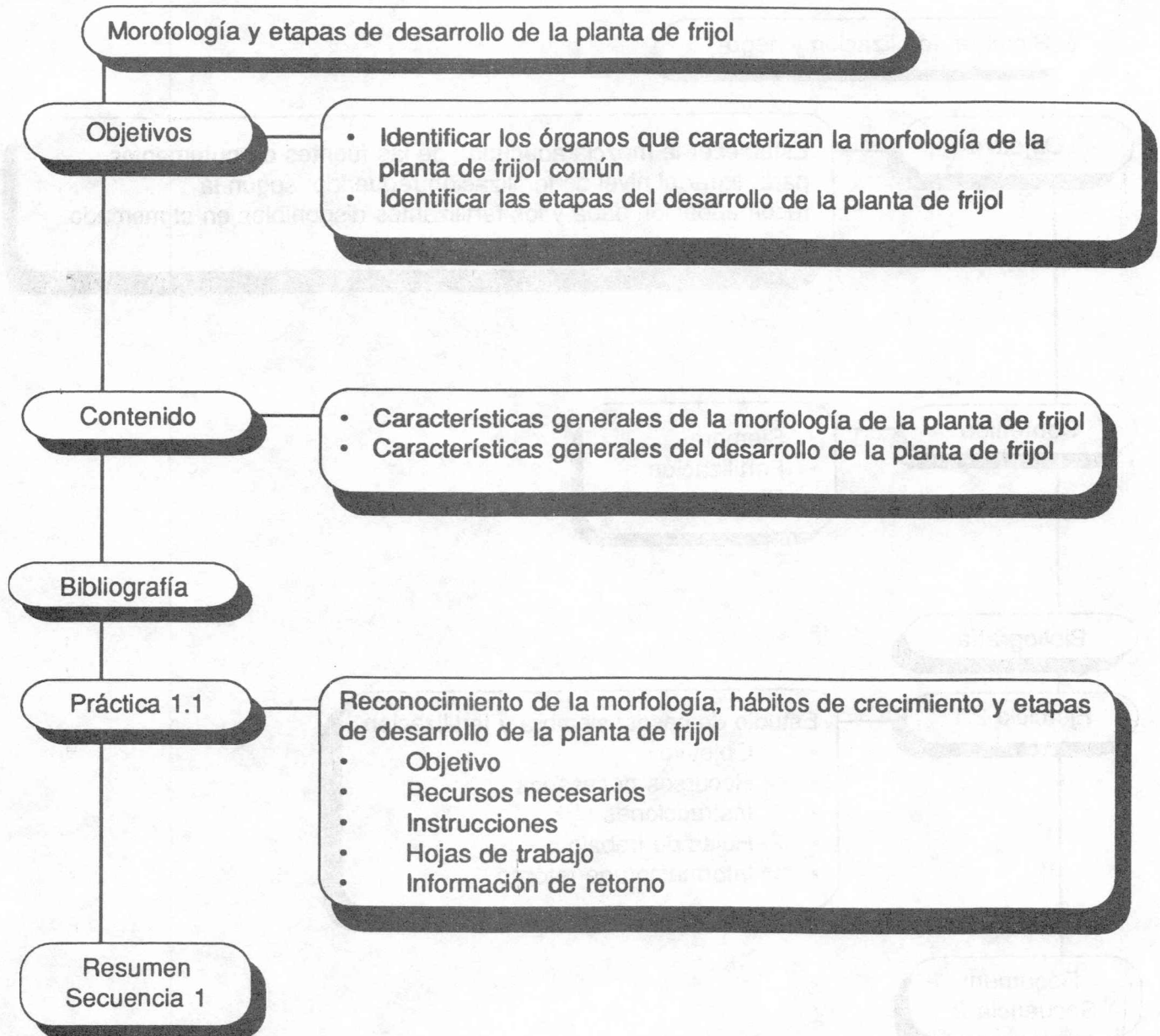
Flujograma para el estudio de esta Unidad



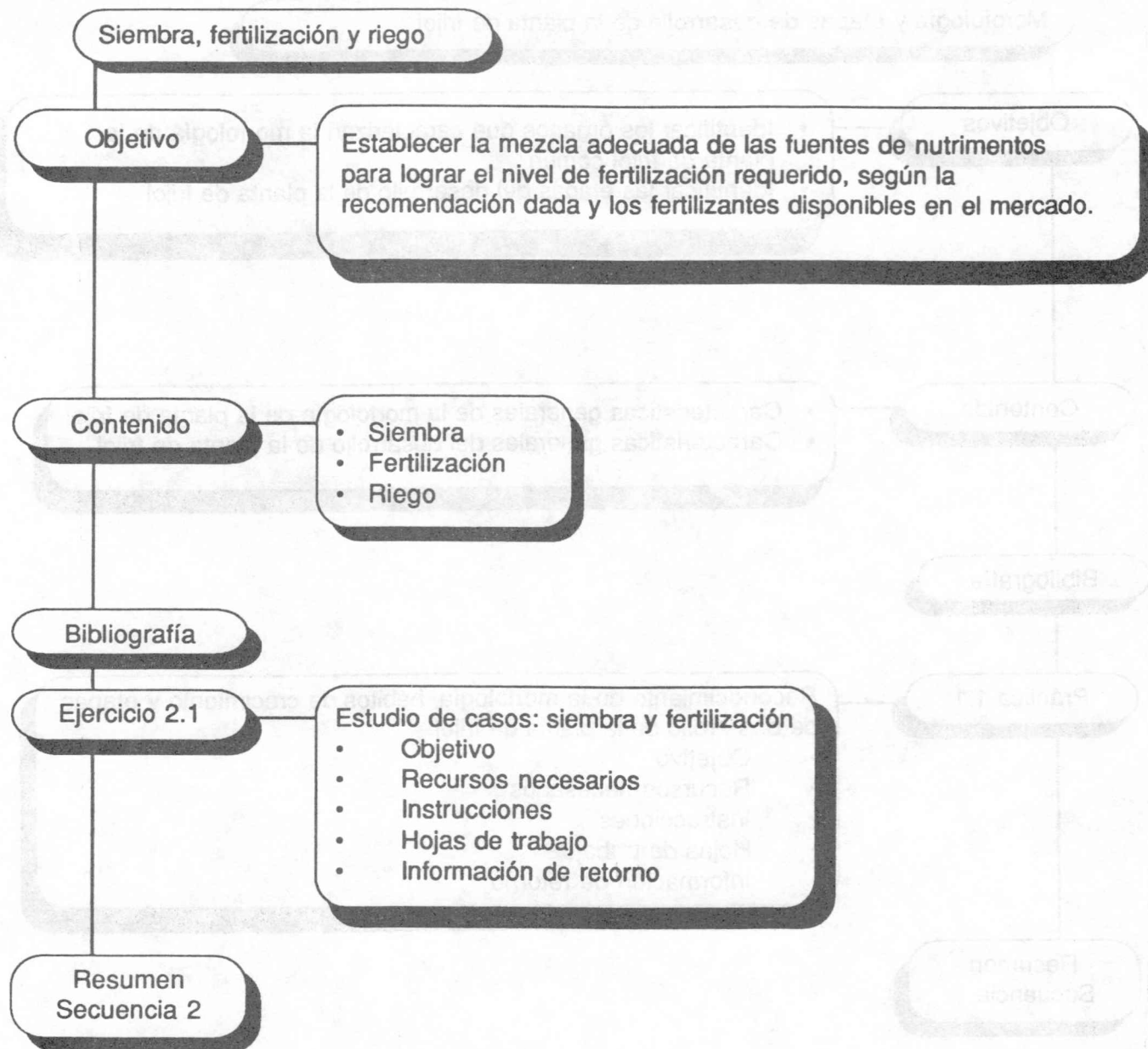
Objetivo terminal

Identificar las relaciones entre las prácticas de manejo y su aplicación en los sistemas de producción del frijol, con el propósito de mejorar el rendimiento del cultivo sin degradar los recursos.

Flujograma Secuencia 1



Flujograma Secuencia 2



Métodos de siembra en el cultivo de frijol

- ✓ Frijol tapado
- ✓ Siembra con esqueque
- ✓ Siembra con sembradora de mano
- ✓ Siembra con sembradora mecánica

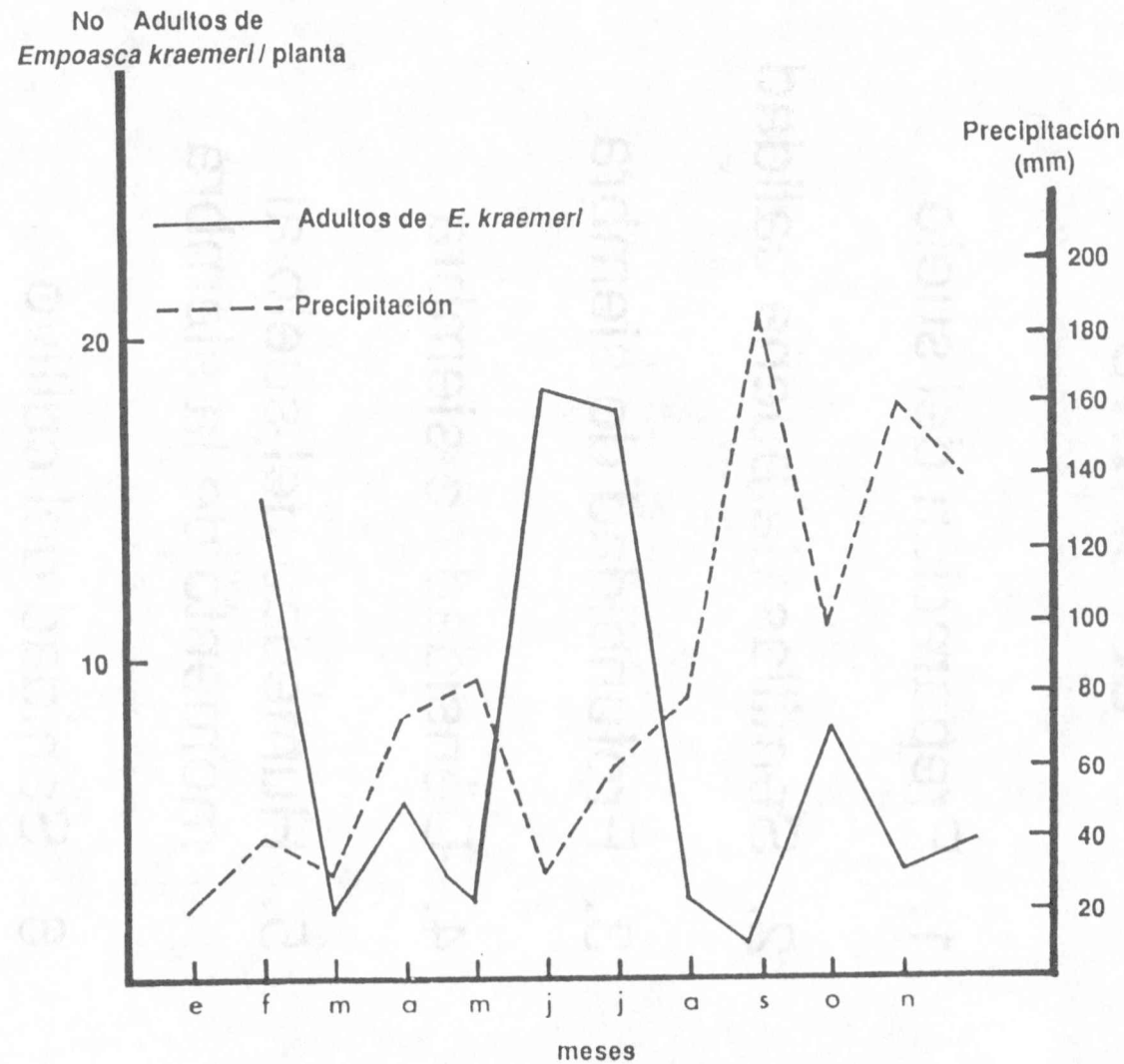
Factores para determinar el método de siembra

- ✓ **Características del terreno**
- ✓ **Sistema del cultivo**
- ✓ **Variedad (hábito de crecimiento)**
- ✓ **Disponibilidad de riego**
- ✓ **Disponibilidad de mano de obra**

Factores para un buen desarrollo del cultivo

1. Preparación del suelo
2. Semillas de buena calidad
3. Profundidad de siembra
4. Densidad de siembra
5. Humedad del suelo al momento de la siembra
6. Sanidad del cultivo
7. Fertilización
8. Control de malezas

Fluctuación de las poblaciones de *Empoasca kraemer* en la variedad en diferentes épocas de siembra (CIAT, 1989)



Rendimiento de tres variedades de frijol en cuatro épocas de siembra en El Salvador, (América Central)*

Variedades	Rendimiento kg/ha			
	Dic. 6/65	Dic. 1/65	Enero 6/66	Enero 21/66
382-R	636	533	30	0
Tineco 270	788	515	129	30
27 - R	1,000	1,182	485	121

(*) Tomado de: Miranda, 1967. (Citado por el CIAT, 1989)

Factores que influyen en la densidad de población

- ✓ Variedad
- ✓ Sistema de siembra
- ✓ Calidad de la semilla
- ✓ Ataque de plagas
- ✓ Daño por patógenos del suelo
- ✓ Humedad del suelo
- ✓ Condiciones climáticas después de la siembra

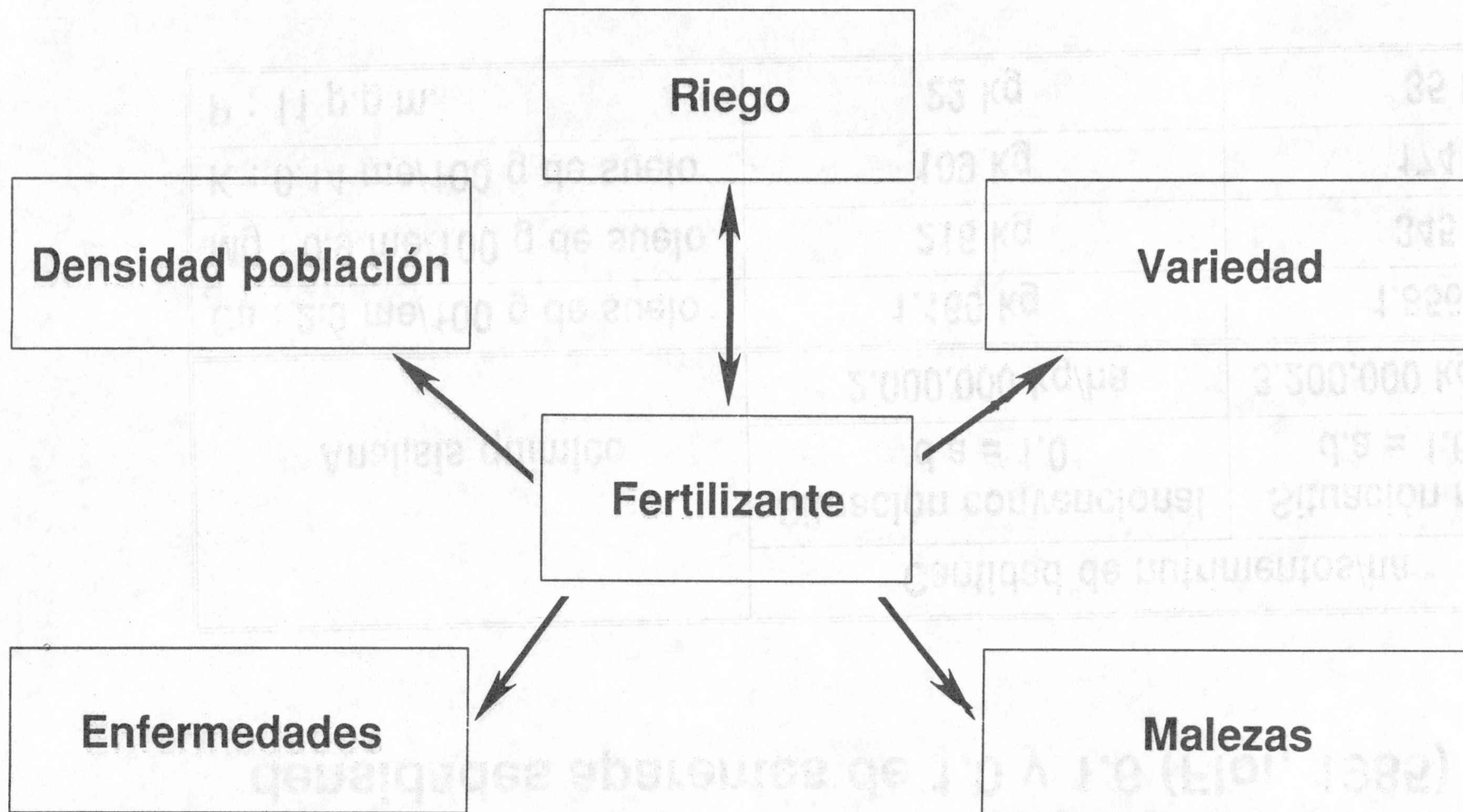
Efecto de la población de plantas en el rendimiento t/ha de nueve variedades promisorias de frijol en el CIAT

Variedades	Plantas/ha			
	200.000	300.000	400.000	Promedio
ICA-Pijao	3.18	3.12	3.08	3.13
73 Vul 6586	3.25	3.02	3.04	3.10
141-M-1	3.27	3.12	2.92	3.10
Tui	2.58	2.52	2.54	2.55
Porrillo sintético	2.66	2.29	2.70	2.55
Var. 51052	2.70	2.41	2.24	2.45
73 Vul 6589	2.71	2.66	2.05	2.47
Porrillo # 1	2.21	2.42	2.39	2.34
150-1-1	1.94	1.77	1.65	1.79
Promedio de todas las variedades	2.72	2.59	2.51	

Densidades óptimas de siembra de frijol de diferentes hábitos de crecimiento en tres sistemas de cultivo

Hábito de crecimiento	Densidad (Plantas/ha)		
	Monocultivo	Relevo	Asociado
I a IIIa	250.000	-----	250.000
IIIb	160.000	120.000	120.000
IVa	120.000	80.000	80.000
IVb	90.000	30.000	30.000

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERTILIZACION

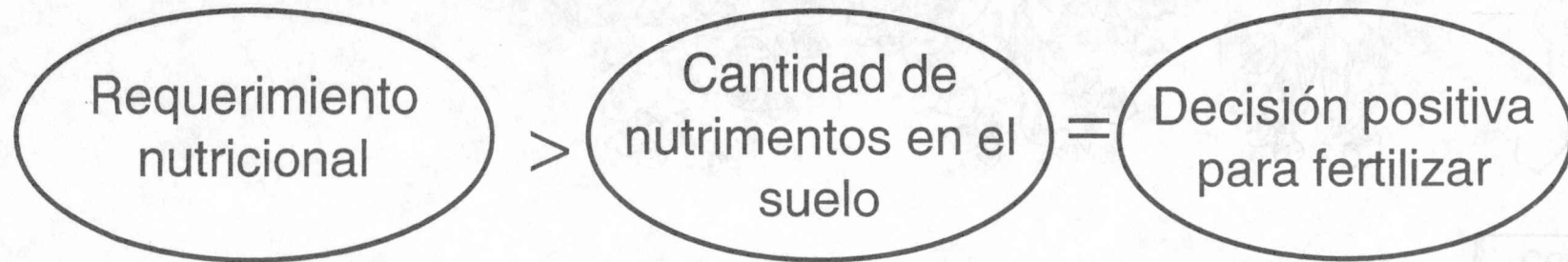


Contenidos de varios nutrimentos de suelos con densidades aparentes de 1.0 y 1.6 (Flor, 1985)

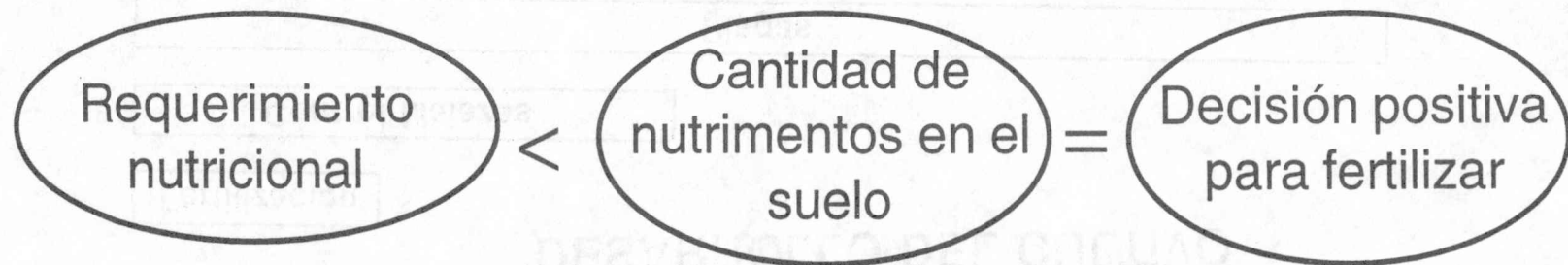
Análisis químico	Cantidad de nutrimentos/ha	
	Situación convencional d.a = 1.0	Situación real d.a = 1.6
	2.000.000 kg/ha	3.200.000 kg/ha
Ca : 2.9 me/100 g de suelo	1.160 kg	1.856 kg
Mg : 0.9 me/100 g de suelo	216 kg	345 kg
K : 0.14 me/100 g de suelo	109 kg	174 kg
P : 11 p.p.m.	22 kg	35 kg

Criterios para fertilizar

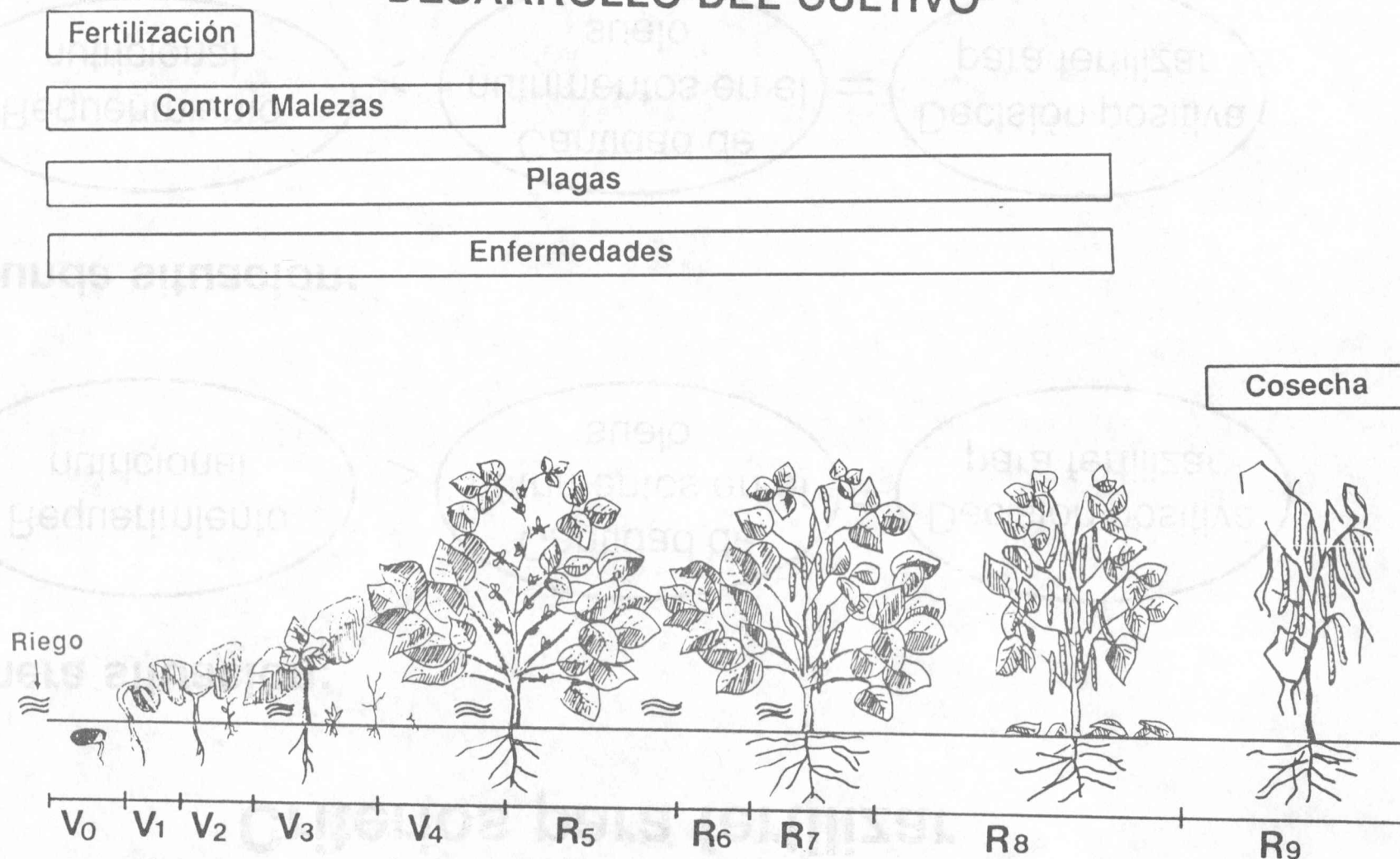
Primera situación:



Segunda situación:



EPOCAS DE APLICACION DE FERTILIZANTES, CONTROL DE MALEZAS, RIEGO, CONTROL DE PLAGAS Y COSECHA, SEGUN LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO



Flujograma Secuencia 3

Protección del cultivo

Objetivos

- Formular recomendaciones para el manejo seguro de los plaguicidas.
- Realizar la preparación y aplicación en el campo de cebos tóxicos para babosas
- Calibrar una bomba de espalda
- Señalar las principales plagas, malezas y enfermedades del frijol

Contenido

- Manejo de las plagas
- Control y manejo de las enfermedades
- Manejo de las malezas

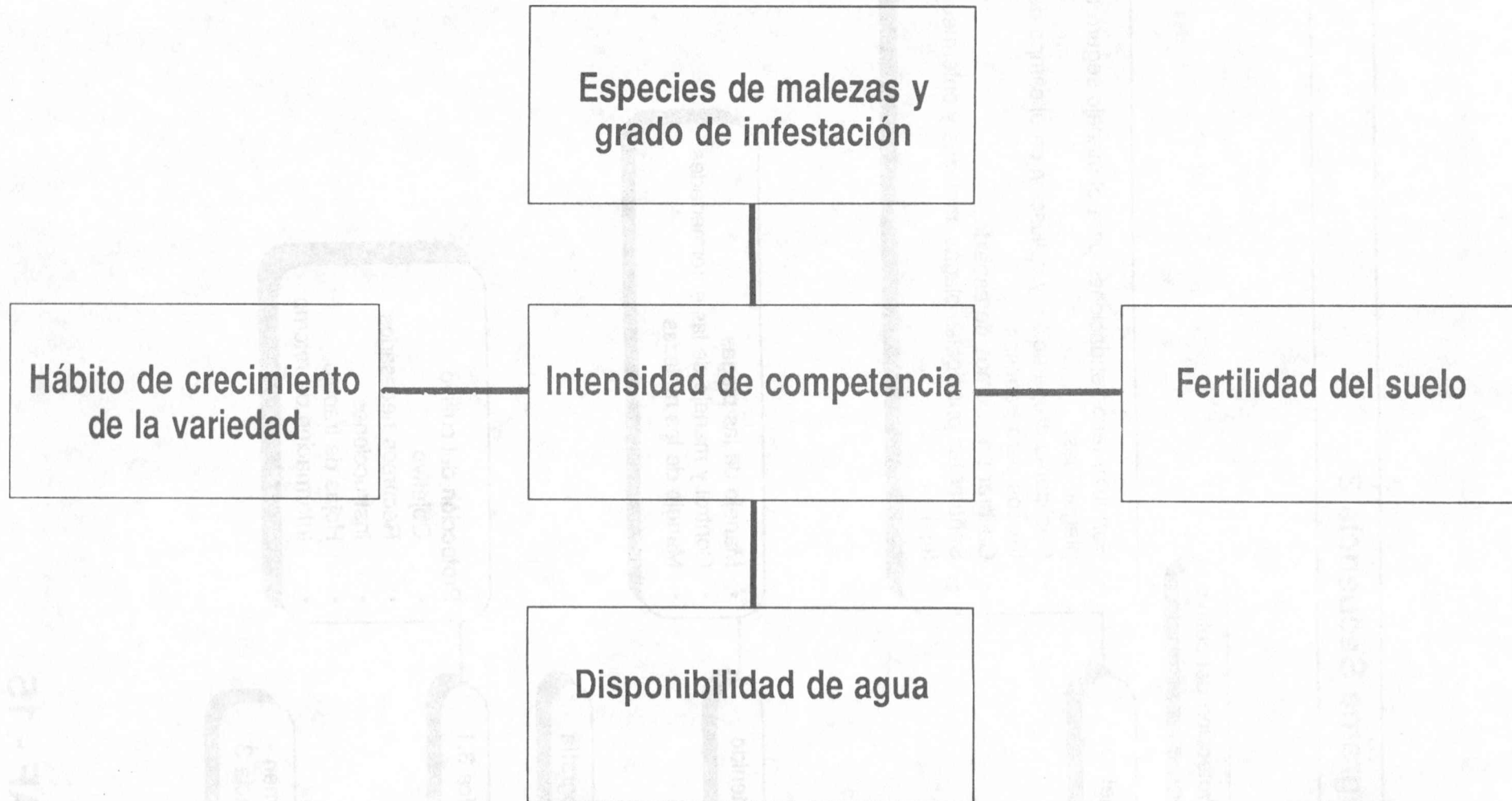
Bibliografía

Práctica 3.1

- Protección del cultivo
- Objetivo
 - Recursos necesarios
 - Instrucciones
 - Hojas de trabajo
 - Información de retorno

Resumen
Secuencia 3

RELACION DE LA COMPETENCIA CON OTROS FACTORES

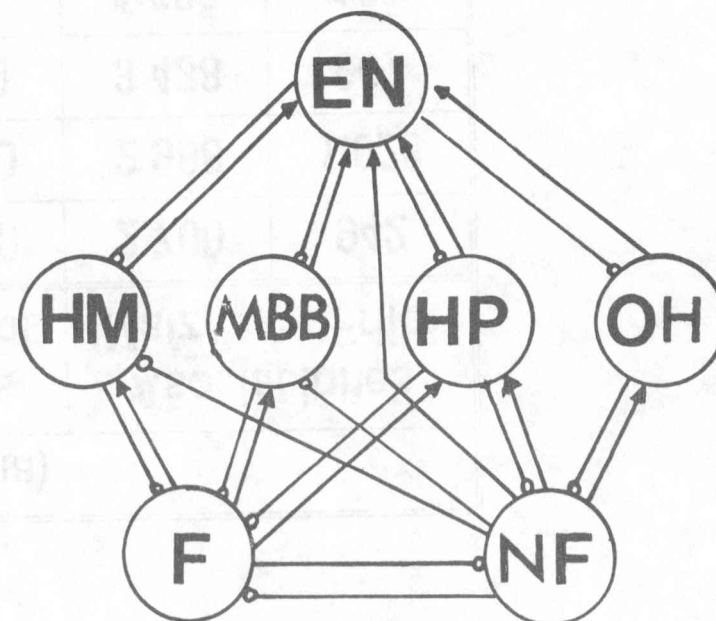


INFLUENCIA DEL METODO DE CONTROL DE MALEZAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ Y FRIJOL EN MONOCULTIVO Y ASOCIACIONES *

Rendimientos (Kg/ha)				
Tratamientos	Monocultivos		Asociaciones	
	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol
Una deshierba	5.360	1.770	2.700	942
Dos deshierbas	5.540	1.770	2.988	1.028
Testigo químico	5.550	1.800	3.438	967
Testigo enmalezado	1.770	300	1.590	162

*Comprende el promedio del rendimiento/tratamiento de control de malezas.

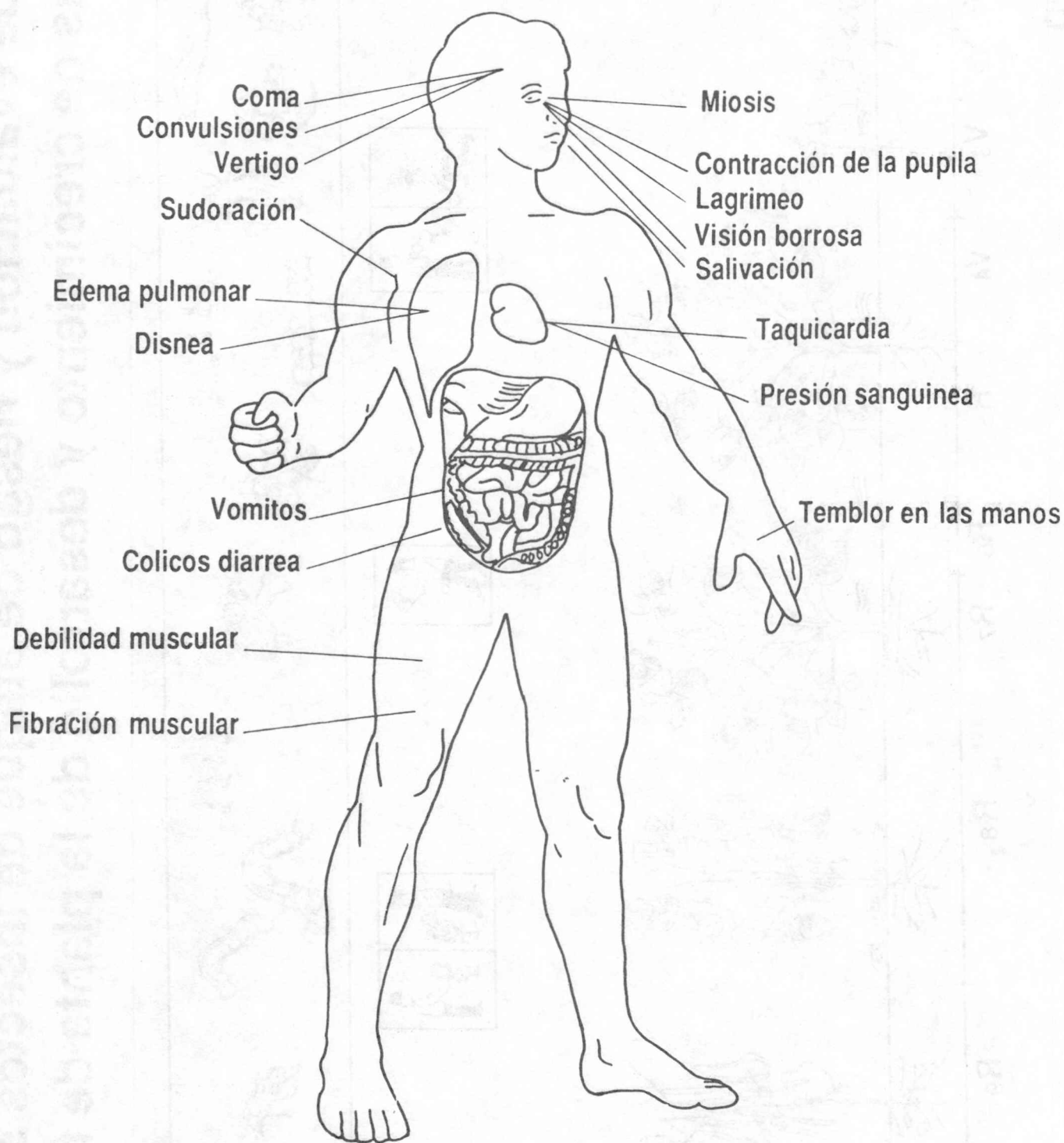
DIAGRAMA SIMPLICADO DE LEVINS DE LAS INTERACCIONES EN UN AGROECOSISTEMA DIVERSIFICADO



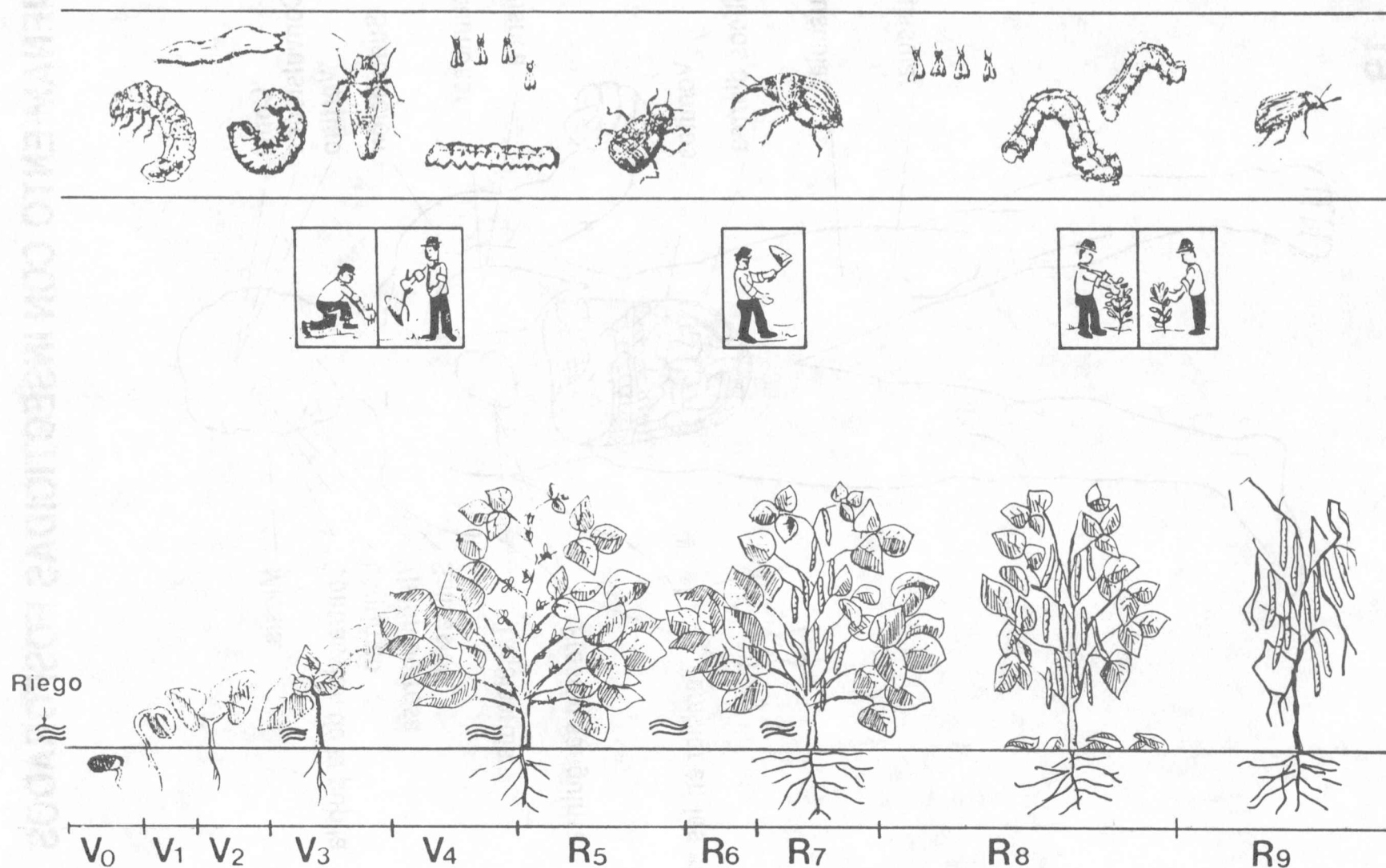
— Interacción benéfica para el recipiente
 —o Interacción dañina para el recipiente

F = Plantas de frijol
 NF = Otras plantas diferentes al frijol
 HM = Herbívoro Monófago
 HP = Herbívoro Polífago
 OH = Otros herbívoros
 EN = Enemigos naturales
 MBB = Conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*)

ENVENENAMIENTO CON INSECTICIDAS FOSFORADOS



Epocas de evaluación y riesgo de ataque de insectos según las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de frijol



Flujograma Secuencia 4

